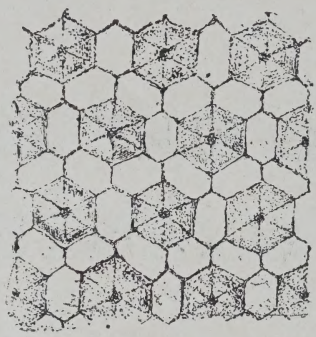
U of I
9111

LA MATIÈRE VIVANTE



Substance tégumentaire,
à deux sortes différentes d'éléments.

Biol
K.

J. KUNSTLER
Professeur d'Anatomie comparée
et Embryogénie
à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

ET

FRED PRÉVOST
Ancien Elève
de l'Ecole Normale Supérieure,
Agrégé des Sciences naturelles.

LA MATIÈRE VIVANTE

ORGANISATIONS ET DIFFÉRENCIATIONS
ORIGINES DE LA VIE
COLLOÏDES ET MITOCHONDRIES

20979 4
5.3.27

MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 120, PARIS, VIe

1924

Tous droits de reproduction,
d'adaptation et de traduction
réservés pour tous pays

Copyright 1924 by Masson et Cie

AVANT-PROPOS

Le caractère de ce volume tient à l'esprit dans lequel il a été rédigé.

Il y a quelque temps, un de nos collègues d'université nous envoya, par lettre, un appel pressant dans le but de solliciter notre concours, pour la rédaction d'un mémoire sur le « chondriome ». Il ne tarda pas, du reste, à se rendre à Bordeaux, pour conférer de vive voix avec nous sur le sujet qui était l'objet de ses préoccupations. Nous conférâmes ensemble, deux ou trois fois. Il nous en témoigna un vif enthousiasme, doublé d'une belle gratitude.

Il va sans dire qu'en si peu de temps, nous ne pûmes lui indiquer que des notions superficielles, plus ou moins schématiques. Pour mieux faire, il fut convenu qu'il reviendrait à Bordeaux pendant tout le mois d'octobre suivant et que nous lui préparerions des documents détaillés.

Nous nous sommes mis à l'œuvre, avec la préoccupation de répondre aux questions posées, mais surtout de le mettre à l'abri de responsabilités qui n'incombent qu'à nous seuls.

En effet, la voie envisagée était pleine de difficultés. Les conjonctures actuelles revêtent un caractère

spécial qui n'est pas fait pour encourager : *l'opinion la plus générale est orientée*, et rien n'est plus difficile à déraciner qu'un préjugé. « La grenouille, dans sa mare, ignore le grand océan », dit le Japonais.

Nous avons fait le possible pour mettre notre collègue à même de se faire librement une opinion éclairée.

Nous avons préparé, à son usage, une série de clichés de photogravure, de nature à étayer une thèse du reste évidente. Ces clichés ont été doublés chacun d'une épreuve photographique directe, ménageant mieux l'aspect général et les fins détails. Ces épreuves supportent l'analyse détaillée à la loupe, ce que le pointillé des clichés de photogravure rend impossible.

Dans le but de lui communiquer cette certitude qui est la source de la force, nous avons fait des préparations fraîches, supérieures à toute image, parce que la science est objective et ne réside nullement dans des doctrines.

La façon un peu spéciale dont a été entrepris et parfait cet ouvrage ne comportait pas un plan complet. Nous n'avons pas voulu édifier une œuvre encyclopédique, faite de compilations, de condensations et d'interprétations. Il nous a suffi d'établir un exposé plus ou moins précis et succinct.

Dans la mesure du possible, nous nous sommes dispensés de recourir aux sources livresques, pour rester plus fidèles à la pensée scientifique, dégagée de toute atmosphère artificielle et conventionnelle. Nous nous sommes efforcés de mettre en évidence

aussi bien les idées que les réalités, dépouillées des notions collatérales, avec l'arrière-pensée de les mettre à la portée des esprits libres et des curieux. Il est donc naturel que la rédaction de notre mémoire soit d'allure familière, sa bibliographie réduite et l'ensemble limité à certains points saillants.

En effet, pour développer notre théorie du sarcode, dans son ampleur, il eut été nécessaire de publier un gros volume, avec un millier de photographies.

Nous sommes loin d'un tel ensemble. Nous en donnons cependant assez, d'une part, pour attirer l'attention intéressée des mentalités indépendantes et, d'autre part, pour faire comprendre que la lime pourrait bien être un peu dure pour certaines dents.

Dans notre rédaction, nous nous sommes conformés à un ordre défini, par étapes successives, coordonnées en ordre progressif, dans le but de ne pas emmêler ou superposer les faits, mais de les produire à leur place la plus avantageuse pour l'esprit du lecteur. C'est ainsi que les divers chapitres ne contiennent que des précisions partielles, de telle sorte que ce n'est que par la succession des exposés qu'elles donnent une vue d'ensemble. Il y a donc lieu, à chaque étape, de se limiter aux notions acquises, sans s'efforcer de s'assimiler et de comprendre un ensemble non encore formulé. Il est rationnel aussi de ne pas rapprocher, dès le principe, nos faits des descriptions des autres publications. Le rapprochement s'établira de lui-même. En procé-

dant méthodiquement, on s'assimilera, avec une facilité relative, les notions capables de jeter quelque clarté sur un sujet remarquablement obscurci.

Il y a lieu de ne pas perdre de vue que la question traitée, d'apparence limitée, est fort compréhensive et qu'elle implique des développements indispensables. Ce qui est à la base de tout ce qui nous occupe ici, c'est la question de la véritable constitution de la matière vivante, qui est inséparable de ses productions.

*
* *

Cet ouvrage comporte deux parties bien distinctes, une **mise au point générale** et un **exposé pratique**.

La première partie constitue une sorte de revue générale des questions qui touchent à la matière vivante, en même temps qu'un examen rétrospectif et à vol d'oiseau de celle-ci elle-même.

Nous y traitons des THÉORIES DE LA MATIÈRE VIVANTE, de sa CONSTITUTION MOLÉCULAIRE, des ORIGINES DE LA VIE, du SARCODE, des SPHÉRULES, des ORGANISATIONS, ADAPTATIONS ET CONTENUS VACUOLOÏDAIRES et d'une ESQUISSE HISTORIQUE.

L'exposé technique comprend l'étude de la STRUCTURE VACUOLOÏDAIRE, des ORGANISATIONS SPHÉRULAIRES, de POINTS DE VUE SPÉCIAUX et des « MITOCHONDRIES ».

Cette deuxième partie abandonne les points de vue généraux pour préciser les faits d'observation, auxquels elle donne leur véritable aspect, avec la signification qu'il comporte.

Elle établit sur une base pratique et succincte la réalité des caractères morphologiques du sarcode, à

peu de chose près tels que nous les avons vus dès 1881.

Les figures les plus intéressantes que l'on y trouvera intercalées sont des photographies, exécutées sous notre impulsion, mais cependant, en partie, en dehors de nous, sans que nous y ayions en rien mis la main.

Cette circonstance a l'avantage de montrer que d'autres personnes que nous-mêmes voient et manipulent le sarcode structuré et en reproduisent la remarquable constitution par la photographie.

Nos reproductions photographiques ne prêtent à aucune équivoque. Elles constituent le témoignage le plus formel, le fait matériel le plus net et le plus irréfragable qu'on puisse désirer.

La solidité de nos documents fait saisir pourquoi une interminable campagne n'a suscité chez nous qu'une tranquille indifférence. Notre insouciance découlait de la conviction que nous détenions la possibilité de tout mettre au point à l'heure que nous choisirions.

Cette partie réalisatrice est aussi courte que possible.

Nous n'y mettons que le strict nécessaire pour étayer nos opinions. Nous nous en tenons essentiellement à l'examen de types épithéliaux que nous avons étudiés en 1881, en même temps que les téguments des Flagellés, et nous complétons ces notions par des indications et des détails indispensables.

Nonobstant, les résistances inéluctables, il n'en existe pas moins un important élément de réussite,

qui se trouve dans la force des choses elle-même.

Même restreints à un minimum, il est des documents de nature à ébranler les préventions les plus opiniâtres, au moins chez les personnalités qui mettent la vérité avant tout. Leur influence contribuera à modifier certaines idées courantes, sinon immédiatement, du moins quand nous ne serons plus dans l'arène scientifique.

Ainsi peut se consacrer un grand progrès, caractérisé par l'abandon de doctrines trop prônées, au bénéfice de réalités vraiment tangibles. La science des éléments primordiaux prendra sa place en anatomie générale, qui fixera leur rôle, quelquefois si curieux, jusqu'en anatomie pathologique. Les *tissus élémentaires* prendront une place de plus en plus considérable. Formés par les premières unités organiques, ce sont eux qui exercent les *fonctions spécialisées*.

LA MATIÈRE VIVANTE

INTRODUCTION

S'il est vrai que l'humaine nature soit sujette à l'erreur, la science, faite d'opinions, peut participer à cette fragilité.

Les « écoles scientifiques », ou ce qu'on dénomme ainsi, peuvent se laisser séduire par des argumentations spécieuses, et, d'une façon générale, les collectivités sont enclines à accepter des « directives », sans songer à se soustraire à cette sujétion ; elles se maintiennent dans une molle correction scientifique, sans toujours y regarder de très près, quelquefois au grand dam des réalités existantes. Des idées bien présentées, par des personnes connues, des mots arrangés d'une façon engageante, des phrases plausibles et animées d'un souffle entraînant, constituent les points de départ ordinaires de fortes convictions, tant il est vrai que le raisonnement peut quelquefois bannir la raison.

Les doctrines scientifiques, lorsqu'elles ont conquis des partisans, inspirent à ceux-ci une confiance qui peut confiner à la crédulité. Par contre, l'esprit de contradiction scientifique, éveillé à tort ou à raison, ne désarme qu'avec difficulté, dût-il recourir au subterfuge pour se soustraire à l'emprise de l'évidence.

La science est une sorte de champ de bataille où vérité et erreur s'affrontent, sans que les collectivités, dominées par la passion, soient aptes à y démêler le droit chemin.

La question de la matière vivante nous le prouve, une fois de plus.

Devant les organisations de celle-ci, il est des personnes qui croient habile de donner un semblant de satisfaction au pour et au contre et qui affirment qu'y discerner une manière d'être ou une autre est « une simple question d'interprétation ».

Cette petite argumentation sert de soutien — bien fragile — à des conclusions imprévisibles.

Il semblerait, en effet, que, grâce à elle, certains s'imaginent avoir le droit de s'approprier le fruit des travaux d'autrui, sans autre formalité que de l'habiller autrement ou, plus simplement, d'en dénaturer le sens. L'opération se complète par l'octroi de noms nouveaux, grâce à quoi la substitution de personne se trouve accomplie. Quant aux spectateurs ou, pour adopter le langage familier, à la galerie, elle assiste à ces manœuvres avec une apparente insouciance. On ne la voit presque jamais protester devant ces rafles qu'elle envisage avec une tranquille sérénité, quand elle ne soutient pas les conquérants à bon marché, en leur faisant une réputation. Ceux qui récoltent ne sont donc pas toujours ceux qui ont semé.

Négligeant ces conséquences connexes, nous ajouterons qu'il est, toutefois, des cas où il peut être question, plus ou moins légitimement, d'une double interprétation. C'est ce qui se constate dans certains états de simplicité de la matière vivante, consécutifs à une grande ténuité de ses éléments.

Dans ces dimensions extrêmes, il est, en effet, plus que délicat de tenter d'interpréter et, d'autre part, chacun tombe facilement du côté où il penche. Mais ce n'est que dans des cas aussi hasardeux qu'avec une

apparence de raison, il peut être difficile de trancher dans un sens plutôt que dans un autre.

Au surplus, de tels états ne sont guère que des points de départ, de sorte que la suite de l'évolution des éléments sarcodiques fixe la signification réelle des faits d'observation. Un simple coup d'œil sur la succession des aspects en dit plus long que les controverses les plus pénétrantes et ne laisse plus aucune place à l'équivoque.

Admettons cependant, pour un instant, la possibilité d'une interprétation des choses dans deux sens opposés. Il n'en restera pas moins constant qu'à la base des déductions théoriques se trouveront les faits matériels qui en ont été le point de départ. En conséquence, ces faits devraient être indiqués, avant tout, et après cela seulement les points de vue opposés. C'est la pratique scientifique correcte.

Les temps présents sont caractérisés par un scepticisme s'étendant presque à toute chose, et les idées, en apparence, les mieux établies subissent le même destin que tout le reste. Ce serait cependant une grosse erreur que de supposer que l'œuvre de dénaturation ainsi accomplie aboutit toujours à la suprématie du bon sens, dans son acception pratique. Souvent, elle détruit ce qui pourrait servir encore, pour y substituer les produits brumeux de rêves qui ne sont pas toujours les étapes du vrai progrès.

Un des aspects de cette crise moderne de l'intellectualité gît dans la facilité avec laquelle on accueille le prodigieux, voire l'imaginaire, dans des directions qui ne semblaient pas s'y prêter. Le vent est quelque peu au mysticisme, à l'*Au-delà*, de sorte que l'aboutissant direct d'un scepticisme d'avant-garde, peut-être d'essence imaginative, est la floraison des *Meta*. Cela pour-

rait inciter à croire que les plus sceptiques sont aussi les plus crédules.

Dans tous les ordres des préoccupations humaines surgissent de vagues dogmes qui font leur chemin avec une facilité sans pareille, les humanités avides de foi étant légion. Ce n'est pas affirmer une nouveauté que de constater que les doctrines scientifiques, elles aussi, glissent quelquefois sur la pente de l'hypothèse à longue portée, difficile à démontrer, et que les corps constitués officiels, dont la mission serait d'éviter les fausses routes, n'en défendent point la science. Le plus curieux, dans ces circonstances, est que ce genre de vérités scientifiques peuvent être si lointaines et insaisissables qu'il est aussi difficile à leurs adversaires de les combattre, à l'aide d'arguments topiques, qu'il est impossible à leurs zélateurs de les établir sur une base ferme. Leur nature, en quelque sorte, extra-humaine, les soustrait également aux entreprises des uns et des autres.

Depuis les temps les plus lointains, la science, ou ce qui en tenait lieu, a produit des explications successives, au goût des diverses époques, pour surmonter les difficultés de compréhension inhérentes à la nature des choses. Quel sera l'érudit qui établira qu'une seule de ces explications a été vraiment conforme aux réalités, qu'on a jamais discerné, par la seule force du raisonnement ou de l'intuition, dans leur vraie modalité, les faits biologiques qui préoccupent les générations successives ?

Dans l'état actuel des choses, peut-être n'y a-t-il aucun inconvénient majeur à ce qu'on s'engage, peu ou prou, dans le domaine des suppositions, si l'on en juge par le nombre des auteurs qui s'y hasardent, pour ainsi dire, les yeux fermés ? Cela peut même présenter

quelques avantages, en suscitant certaines activités scientifiques dans des directions définies, à condition que l'inconstatable ne prétende pas imposer aux travailleurs la loi du rêve et ne manifeste pas une intransigeance malfaisante, en méconnaissant tout ce qui ne flatte pas ses tendances. Les hommes passent, mais leurs manières de faire sont éternelles. Nous pensons, en conséquence, que les progrès effectifs de la science seraient mieux assurés si, au lieu d'être comprimés dans les limites de cadres dogmatiques, quelquefois artificiels, elle s'appuyait de préférence sur les constatations qui peuvent être contrôlées par l'observation.

Sans doute, est-il naturel qu'un romancier, la plume à la main, ferme les yeux pour combiner dans son entendement les phases d'une œuvre littéraire. Mais, pour le labeur scientifique, les supputations imaginatives semblent avantageusement remplacées par l'étude attentive des réalités. Certes, cela n'est pas aussi séduisant pour le lecteur, ni aussi aisé pour l'auteur. Les vues dogmatiques sont l'objet de l'attention ardente des masses, alors que les mises au point précises sont d'une lecture pénible et risquent, le plus souvent, de tomber sous le coup de l'indifférence générale, d'où il résulte, dans la pratique des choses, que la voie ardue de l'observation peut rebuter, tandis que le chemin fleuri des hypothèses et des interprétations est infiniment plus fréquenté et confère des satisfactions dénuées de nuages.

Il faut avouer qu'il est des gens habiles, manœuvrant avec une étonnante virtuosité dans le domaine des suppositions, au point d'arriver à présenter au lecteur, en fait de science, des perspectives miroitantes ou à lui faire tenir, si l'on préfère, l'ombre pour la proie. Des carrières entières ont été remplies par ce jeu périscientifique, en dehors de toute observation directe, et ce

ne sont pas ceux qui se sont livrés, en termes sybillins, à ce genre de science suppositive, qui ont conquis le moins de célébrité.

Les procédés varient, du reste, avec les personnes. Certains se cantonnent dans des sortes de dogmes, plus ou moins en dehors de nos possibilités d'observation, et rejettent ce qui n'y rentre pas. Ces pionniers aventureux, remarquables par la sûreté de leurs convictions qu'ils aiment à bâtir sur de branlantes hypothèses, perdent de vue qu'ils sont engagés dans le domaine de l'indémontrable et que les systèmes sont impuissants contre les réalités. D'autres développent des combinaisons intellectuelles à la manière de formules mathématiques ; ils en tirent d'infinies conclusions, favorables à leurs tendances, quelquefois avec une ingéniosité intéressante. Sans doute est-il plus aisé et plus agréable de combiner des « vérités » idéales, qui se prêtent aux désirs les plus divers, que d'observer des réalités qui ont une tendance à ne pas s'y plier. Malheureusement, c'est dans ces dernières que gît la science, et le reste, si intéressant qu'il puisse être, confine à la littérature. Les raisonnements doctrinaires tendent à diminuer le sentiment des réalités ; ceux qui s'y livrent triomphent avec autorité, par leurs propres forces, car leur vérité n'est pas de ce monde. Ils ont avec eux les esprits désireux de savoir. Une remarque accessoire jette un faisceau de lumière sur bien des systèmes. Dans les combinaisons théoriques, l'échelle des valeurs réciproques des sortes d'unités considérées a une tendance à s'uniformiser ; elles s'acheminent vers une égalité et une équivalence générales. A l'instar des pions d'un damier, on peut se livrer avec elles aux combinaisons les plus innombrables, avec une facilité analogue à ce qui se voit pour les opérations arithmétiques.

En substituant à la difficulté des faits la puérilité des doctrines, on agit en primaire qui s'imagine que les formules simplistes correspondent à des réalités pratiques.

Rien n'est moins légitime que de s'attribuer à soi-même toute victoire, gratuitement, et de ne parler que de ses propres théories, pour nébuleuses qu'elles pourraient être, comme si des arrangements hypothétiques pouvaient, à eux seuls, suffire à effacer le passé et à constituer la science. Cela implique tout au moins quelque naïveté. Il serait trop commode de passer l'éponge sur ce qui gêne, pour s'ériger en messie sauveur, à l'aide de quelques vraisemblances dogmatiques et de tout l'acquis du passé. Il ne saurait être tenu pour licite de laisser les découvertes premières, avec les interprétations qui ont pu en découler, dans une obscurité propice à des desseins trop compréhensibles et d'accorder toute la place à des variations ultérieures, quelquefois sans parenté avec les faits d'observation, qui sont cependant la seule base effective de toute opinion scientifique, dans le vrai sens du mot. Ce sont là manières d'agir en vertu desquelles on ne parle que des tristes ouvriers de la onzième heure, bénéficiaires des résultats d'autrui, sans se soucier de ceux qui, les premiers, ont ouvert les voies, alors qu'elles étaient neuves et difficiles.

Pour ce qui est de l'évolution des notions nouvelles que nous avons conquises au sujet de la matière vivante, nous avons eu le loisir d'acquérir une longue expérience, basée sur les événements. Nous dirons immédiatement que, si nous n'avons pas relevé certains procédés, ce n'est nullement parce que nous n'avions rien à dire, mais parce que nous ne le croyions pas

digne de nous. Nous en appelons aux âmes bien nées, après lecture de ce livre.

Nous avons acquis la certitude, pendant près d'un demi-siècle, que notre prétendue infériorité, si chère à certains, découlait en ligne directe de leur propre insuffisance. Combien ne nous eût-il pas été facile, à nous comme au premier venu, de nous abandonner à des rêveries périscientifiques, d'échafauder des romans métahistologiques et de remplacer les observations par des mots et des rêves. Cela eût été infiniment plus réalisable que de scruter la nature telle qu'elle est. Mais nous ne l'avons pas voulu. Nous avons tenu à rester fidèle aux réalités tangibles. Nous n'ignorions cependant pas que les novateurs ont contre eux, instinctivement, ceux qui ignorent. Nous savions aussi qu'en abandonnant les voies battues, nous choquerions le grand nombre dans ses instincts de rassemblement, de discipline et d'uniformité, et, déjà, nous discernions que ce ne sont pas les œuvres les plus originales et les plus épineuses à mettre sur pied, qui suscitent le plus d'enthousiasme. Pasteur en est un grand exemple. Le jeune Français qu'est Carrel a trouvé, dans la libre Amérique, les moyens matériels de réaliser ses idées si originales. Il les a réalisées à un âge où le monde scientifique d'autres pays n'eût peut-être pas manqué de les juger subversives, voire scandaleuses. La radiographie et généralement toutes les grandes découvertes, à leur début, ont connu la mesure du sectarisme et de la médiocrité trop humaines, qui sont la monnaie courante des cénacles soi-disant compétents.

Jamais, dans nos conflits sur la matière vivante, on ne nous a opposé une réfutation scientifique, technique et pondérée. Là où des arguments topiques et raisonnés eussent été à leur place, nous n'avons connu que des négations pures et simples ou des dénigre-

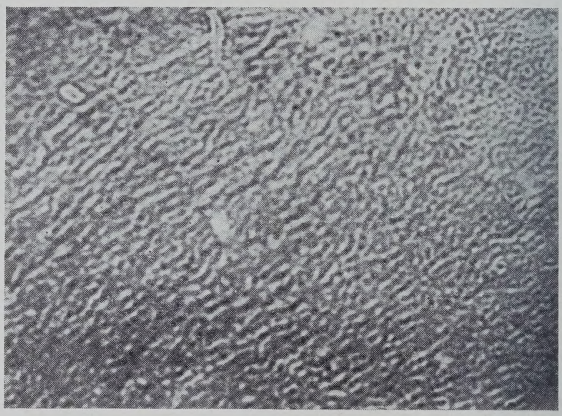
ments sommaires. Et cela suffisait à leurs auteurs ! Il s'en est trouvé qui ont cru devoir ne rappeler le passé que par de curieuses truculences : « Les structures décrites sont des *altérations évidentes et grossières* » ! Et cela s'adresse à la jeunesse !

C'est ainsi qu'on traite les chercheurs qui ont exécuté des recherches fines et délicates, si difficiles que, depuis lors, on n'a pas réussi à les imiter, travaux faits à une époque lointaine où nul ne s'aventurait en terrain vierge et où rien ne pouvait guider le pionnier engagé dans une voie totalement inconnue ! Il est possible que de telles chutes puissent dénoter de profondes convictions. Elles sont moins aptes à établir un esprit scientifique ouvert à toutes les vérités, ni une compétence assez avertie pour traiter judicieusement des questions de ce genre. Dans la pratique scientifique, il convient de ne pas condamner avec légèreté l'acquis du passé et de ne pas s'emballer sur les nouveautés, surtout quand il s'agit de sujets mal connus. C'est un genre de pontificat qui, en matière scientifique, est d'une utilité contestable et d'un goût douteux.

Nonobstant ces conjonctures et les entraînements qui en découlent, il y a lieu de penser que bien des personnes, sans parti pris, ne se refuseront pas à examiner tranquillement tout ce qui touche à la question débattue. C'est la seule chose que nous désirions, et nous croyons à son efficacité pour modifier bien des points de vue.

PREMIÈRE PARTIE

MISE AU POINT GÉNÉRALE



Vue superficielle d'une cellule épithéliale, montrant son organisation générale.

CHAPITRE PREMIER

LA MATIÈRE VIVANTE ET LES THÉORICIENS

Pendant le dernier demi-siècle, au cours duquel la microscopie fine n'a pas été sans accumuler de précieuses richesses d'observation, l'esprit de raisonnement et de dogme n'est pas resté inactif.

De nombreux théoriciens, philosophes ou spéculateurs scientifiques, envisageant les nécessités concrètes du fonctionnement vital du sarcode, publièrent des essais théoriques et imaginaires, parfois qualifiés de *vitalistes*.

Ils se rendaient parfaitement compte de l'impossibilité d'un fonctionnement vital effectif par une simple substance muqueuse, amorphe et inapte à servir de base à une explication rationnelle des phénomènes vitaux.

Considérant que la cellule est trop complexe pour constituer une unité vitale primordiale, permettant une explication analytique des faits vitaux élémentaires, considérant l'impossibilité de reporter sur les molécules et atomes, qui n'ont aucune aptitude fonctionnelle, le rôle fondamental d'une unité vitale, l'esprit des philosophes a eu recours à des hypothèses et compliqua la matière vivante d'unités invisibles et purement imaginaires ; il se rendait compte de l'inéluctable nécessité de l'existence d'unités morphologiques minuscules d'un ordre moins élevé que les formations cellulaires, en quelque sorte, intermédiaires entre celles-ci et les molécules organiques. En conséquence, il créa par

hypothèse des organites élémentaires fictifs, quelquefois avant que les études microscopiques aient fourni une base concrète à ses spéculations.

Toutes les fantaisies se sont ainsi données libre cours, à propos du sarcode que chacun dota, à sa volonté, d'éléments divers, en les définissant et leur impartissant des noms et des significations variables. Du reste, ces vues théoriques ont tourné dans un cercle assez uniforme ; elles évoquaient de minuscules unités imaginaires, de natures diverses, physique, chimique, physiologique ou morphologique, réparties dans une gangue amorphe fondamentale.

H. Spencer a admis l'existence d'*unités physiologiques*, intermédiaires entre l'unité chimique, la molécule, et l'unité morphologique, la cellule, qui assureraient le fonctionnement vital élémentaire.

Darwin, dans sa théorie de la pangenèse, avance aussi que la substance vivante, fondamentale et inerte, contiendrait de petites unités physiologiques, les *gemmules*, porteuses des propriétés héréditaires et capables de circuler dans l'organisme, d'une cellule à l'autre.

L'hypothèse du professeur de Vries évoque quelque chose d'analogue. Ses petits éléments, qu'il dénomme des *pangènes*, n'auraient qu'une puissance de déplacement réduite et ne seraient pas capables de dépasser les limites des cellules qui les contiendraient.

Deux autres doctrines, celle des *stirpes* de Galton et des *gemmules odorantes* de Jaeger, ont des points communs avec les précédentes.

Weissmann a imaginé les *biophores*, complexes de molécules organiques formant des unités vitales élémentaires. Unis en groupes indissolubles, ces biophores constituent des *déterminants* qui, à leur tour, peuvent

se grouper en unités d'un ordre plus élevé, les *ides* ou microsomes visibles.

Erlsberg et Häckel ont imaginé des *plastidules*.

Pour le premier, ce sont là des particules protéiques, centres de force (?).

Le second en fait des sortes de concrétions cristallines, de molécules chimiques vivantes, d'une extrême petitesse, qui se forment aux dépens des sucs plasmiques, en se concrétant.

Nägeli croit aussi à des particules cristallines, les *micelles*, réparties dans une gangue fondamentale de consistance variable (*stereoplasma*). L'ensemble des micelles constitue l'*idioplasma*, directeur de l'évolution. Les micelles s'engendreraient par précipitation, en conservant une atmosphère plus ou moins aqueuse ; elles se coordonneraient en fibres qui se disposeraient en réseaux.

Les *gemmes* de Haacke sont à forme et constitution géométriques. Prismes droits à base rhombe, ils présentent, dans les diverses espèces, toutes les variations d'angles, etc. Ces gemmes se groupent en *gemmaires*, par attraction réciproque.

Nous devons les *idioblastes* à Hertwig, les *atomes annulaires* à Dolbear, les *plasomes* à Wiessner, etc.

Descartes envisageait les organismes comme formés d'unités, les *atomes*, et Buffon désignait les granulations élémentaires sous la dénomination de *molécules organiques*. Ces deux dernières théories ont pour idée commune d'admettre qu'à la mort, ces corpuscules élémentaires se sépareraient pour aller, chacun de son côté, prendre part, au hasard, à la formation d'autres êtres.

Toutes ces théories diffèrent surtout par les noms des unités imaginées. Le fond est, à peu de chose près, commun. Il est, du reste, relativement facile d'arranger de petites explications, voire de grandes doctrines, en

négligeant ce qui gêne. Vouloir appliquer la logique théorique, en science, comme en bien d'autres choses, peut aboutir à ne pas voir bien loin. Il est vain de parler le langage de la raison, dans beaucoup de circonstances, à ceux qui ont une théorie à caser. Au surplus, la pratique courante n'est pas faite pour décourager les abstracteurs. L'esprit public est en faveur des « idées générales », des « déductions logiques », et ce sont les fignoleurs qui se livrent à des variations sur les travaux de leurs contemporains, qui ont l'oreille des masses.

Plus récemment, Giglio-Tos a combiné un ensemble théorique et artificiel qu'il s'est efforcé d'adapter aux faits vitaux, en l'étayant d'un véritable luxe de formules. Il explique la vie par une sorte de chimie mathématique, en admettant que les corps bruts assimilent comme la matière vivante. La molécule d'acide acétique, en présence de certaines matières d'une nature différente de la sienne, assimilerait et se reproduirait comme un organisme ; elle possède donc les propriétés fondamentales de la vie. La matière vivante serait une émulsion dans laquelle se trouveraient répandues des *biomolécules* qui se grouperaient en unités d'un ordre plus élevé, les *biomores*.

Prenant a imaginé aussi une entité théorique « nécessaire », le *plastide*, qu'il tient pour l'individualité organique la plus simple.

Pour ingénieuses que puissent être ces hypothèses, elles n'ont exercé aucune influence sensible sur les progrès de nos connaissances. Parfois, elles ont abouti à des impasses plus ou moins obscures, où la science eût pu s'envaser.

D'une façon générale, les hypothèses sont des armes

à double tranchant ; elles ne contribuent pas toujours au progrès et elles sont quelquefois de véritables obstacles à la marche en avant. Du reste, on ne travaille plus ce qu'on croit connaître. Malgré la modestie de son développement, l'observation des faits donnera toujours des résultats plus sûrs que les supputations les plus divinatoires ; elle seule entraînera la solution définitive des problèmes qui nous occupent.

Raoul Francé l'affirme avec une incontestable justesse : « Il est très remarquable — et cela est caractéristique de la direction moderne de la biologie — que l'on préfère se réfugier dans les échafaudages les plus hypothétiques, les plus hasardeux et les plus embrouillés, plutôt que d'adopter la voie la plus simple qui serait d'établir par des observations si, réellement, la structure décrite au protoplasma existe ».

On oublie quelquefois que l'anatomie microscopique est une science d'observation, qui n'a aucun besoin de se noyer dans le mirage. Cela est tellement exact que les observateurs peuvent être l'objet du dédain des romanciers de la science, qui semblent se soucier médiocrement de regarder et de voir. Du haut d'une supériorité plus ou moins parente de l'incompétence, ils jugent de chic et sans miséricorde, et arrangent les choses au gré de leurs petites préférences.

Auguste Comte pensait que le complexe seul peut faire comprendre le simple, dans le règne animal, et que le simple n'explique pas le complexe. Cette opinion est corroborée, dans bien des cas, par l'observation pratique, par exemple, en microscopie où l'on est souvent réduit à conclure par analogie, au risque d'être entraîné trop loin (mutations de fonctions, etc.). La connaissance des yeux simples des Métazoaires inférieurs

a permis de se rendre ainsi compte de la valeur fonctionnelle des points oculiformes des Protozoaires.

Il est des idéologues qui n'hésitent pas à chercher l'explication des phénomènes vitaux dans ce qu'ils ont bien voulu qualifier de leurs plus humbles rudiments, en désignant ainsi les propriétés normales des corps bruts, plus spécialement des cristaux, auxquels ils ont accordé une vie obscure, mais effective, pour remonter de là aux êtres vivants.

Partant de l'axiome que rien ne se crée, ils ont conclu que la substance vivante ne saurait avoir d'autres propriétés que celles qui existent déjà chez les minéraux dont la combinaison la constitue et dont, en vertu du principe d'évolution, elle tire son origine. Les propriétés des êtres vivants seraient les dérivés directs de celles des corps bruts, simplement plus développées. Cette conception généralisatrice néglige de faire remarquer que les propriétés vitales si généreusement départies à ces derniers pourraient bien n'être que le fruit de la complaisance intéressée de l'imagination de ses auteurs.

Si ces visions répondaient à autre chose qu'à de laborieux rapprochements, elles entraîneraient une modification profonde de nos idées et de notre langage. Il ne serait plus possible de parler d'une matière vivante, par opposition à la matière brute, et les règnes organique et inorganique n'auraient plus aucune valeur nette. La vie serait partout, sans commencement et sans fin, et il y aurait un passage progressif entre tout ce qui existe à la surface du globe terrestre et, sans doute aussi, des autres globes similaires.

Qui veut trop prouver ne prouve rien, dit le proverbe. Dans les livres, tout cela ne manque pas d'un certain genre de beauté et n'est pas sans s'exposer agréable-

blement. Mais, comme disaient les Anciens, dans le grand livre de la Nature, les mêmes facilités ne se retrouvent plus. Il n'est pas une seule forme vivante qui soit douteuse, à ce point de vue, qui présente des indices quelconques d'une tendance à passer au règne minéral, qui ne soit pas séparée de celui-ci par le même abîme que toutes les autres (1).

En d'autres termes, les faits ne paraissent pas avoir grand'chose de commun avec les théories. Or ce qui est le plus nécessaire, en pareille occurrence, ce ne sont pas des dogmes, même spécieux et à longue portée, mais des réalités concrètes et fondées, et, pour cela, les yeux de la foi ne suffisent pas. C'est d'une littérature hardie que de contester toute différence tranchée entre l'être vivant et le corps minéral, dans l'état actuel des choses. Mais cette vue généralisatrice ne saurait être prise en considération suffisante, sans une démonstration pratique probable, sinon effective, qui, jusqu'ici, ne s'est pas encore manifestée, même en germe, si l'on ne veut pas parler de rapprochements outrés et même un peu ridicules.

Le premier devoir des biologistes, apôtres du mystère, serait de faire connaître où, quand et comment ils ont vu des choses si profondes, autorisant de telles conclusions, de dire quels sont les minéraux qui ne sont plus « inertes », dans le sens biologique du mot, de désigner les formes de passage entre les deux règnes, dont l'existence serait si probante. Ce n'est pas sur la foi de rédactions pleines d'un désir démonstratif intégral que l'on peut admettre que la vie ne commence nulle part et qu'elle ne finit pas ailleurs. Toute théorie

(1) Les recherches actuelles sur les substances colloïdales et les ultramicrobes, comme nous le verrons, ne nous rapprochent pas, quoi qu'on en ait pu dire, de ces propriétés intermédiaires.

biologique que l'observation ne saurait confirmer a des chances de n'être qu'un rêve.

On a qualifiés de *mécanistes* certains spéculateurs qui ont cherché l'explication du fonctionnement vital dans le simple jeu des forces et phénomènes physico-chimiques.

Pour Le Dantec et d'autres, il n'y aurait que des actions et des réactions, se commandant mutuellement, entre l'organisme et le milieu qui l'entoure, ce dernier provoquant les manifestations vitales du premier qui, par lui-même, serait inerte.

Jæger n'accepte, comme facteur unique, que des phénomènes physiques.

Quincke a consacré de louables efforts à la réalisation pratique des théories mécanistes. En saponifiant de l'huile avec du carbonate alcalin, il a vu des gouttelettes se déplacer « à la manière des Amibes ».

Des expériences d'un genre plus ou moins analogue remontent à des époques plus lointaines.

Dutrochet (1824), Ascherson (1840), Traube (1867), Raincy (1868) ont institué de multiples essais de reproduction des aspects de la substance vivante. Ils ont tenté d'imiter ses caractères, de reconstituer ses structures les plus communes et les plus apparentes (cellule, noyau, etc.).

Vers 1890, Bütschli recommença des essais d'un genre analogue.

Il prépara des émulsions qui eurent plus de succès que les mixtures de ses devanciers. Il agita des liquides gras avec des fluides non miscibles ou, plus simplement, *il fit de l'eau de savon mousseuse*. C'est ce qu'il compara à la matière vivante ! C'est sur cette base qu'il édifia la *théorie alvéolaire* du sarcode. Au début, nous croyions à une mystification, devant cette présentation d'un

brouillis à titre de structure. On avait déjà imité la mitose avec un aimant et de la limaille de fer, on pouvait, au même titre, comparer la mousse de savon au sarcode. Cette idée facétieuse a fait la conquête des gobeurs du monde entier, alors que, par une juste compensation, le vrai ne leur paraissait pas vraisemblable.

Herrera a fait des expériences analogues, fort ingénieuses. Non seulement, il a reproduit les gouttelettes suspendues de Bütschli, mais encore il a réalisé des aspects nouveaux et remarquables.

Bénard a étudié le comportement des gouttes liquides, qui se forment sous le couvercle des marmites contenant de l'eau en ébullition. Il a chauffé aussi du spermaceti, etc. Il arriva ainsi à observer des « cellules avec noyau » et des tourbillons.

Cartaud a attaqué des cristaux par de l'acide nitrique. Il a trouvé une structure cellulaire dans les métaux.

Faisant gonfler certaines substances dans la gélatine, Leduc et Charpentier firent *germer* « des formes et des tissus organiques » et reproduisirent jusqu'à certains détails histologiques des cellules !

R. Dubois (1895) a provoqué la formation de corps ayant « la forme et les dimensions de cellules épithéliales pavimenteuses, avec leur noyau, parfois même en voie de division apparente, colorables en partie par les réactifs histologiques ».

Dubois institua aussi ce qu'il appelle des « cultures minérales », qu'il semble tenir pour des essais de « synthèse biologique ». Une parcelle de chlorure de baryum, déposée à la surface d'un bouillon gélatineux, fut le point de départ d'une tache grandissante en étendue et en profondeur. Au microscope, un fragment de cette tache renfermait une quantité colossale de petites granulations arrondies, de grosseurs diverses, les plus

petites étant de la dimension de certains Microcoques. Ces dernières seraient les plus « jeunes », d'aspect vésiculaire et animées de mouvements propres, nettement perceptibles. Elles augmentent de volume, puis se divisent en 2, 4, 8, etc., pour simuler des sortes de morules. Dubois tient ces formations pour des « vacuolides synthétiques » et leur a donné le nom générique de *microbioïdes*, car il pense y avoir constaté les caractères ordinairement attribués aux seuls êtres vivants, la naissance, l'accroissement, le mouvement, la structure, la conjugaison, la segmentation, le vieillissement.

Certes, il y a des organismes qui ne paraissent pas en montrer autant.

Que des expériences de laboratoire puissent engendrer des formes rappelant certains contours et certains processus organiques, cela a son intérêt, si l'on ne cherche pas à les détourner de leur point de départ, pour leur attribuer une signification qu'elles ne sauraient avoir. Les ressemblances entrevues sont des analogies sur lesquelles il est possible de raisonner ; il est loin d'être avéré qu'elles établissent une parenté quelconque avec les faits morphologiques vitaux. C'est la forme sans l'être vivant, si l'on veut, et donc d'une autre origine et d'une nature différente. Il est nécessaire d'éviter que les esprits non avertis prennent les choses trop à la lettre, pour ce qu'elles ne peuvent pas être, et que l'effort scientifique faillisse à sa mission, en engendrant l'erreur.

En ce qui concerne les croyances scientifiques, les collectivités sont quelque peu le jouet de courants favorables ou défavorables. Ce sont là surtout des questions de personnes. Il arrive qu'elles acceptent facilement certaines affirmations sans base réelle et que, par con-

tre, elles rejettent, à la légère, des versions bien mieux fondées. C'est ordinairement perdre son temps que de chercher à surmonter ces courants. Le faux est aussi durable, sinon plus, que le vrai. Cette peu consolante parole est destinée à faire saisir que, parmi beaucoup de vérités, nous vivons sur un fond de croyances conventionnelles, qui sont l'héritage du passé.

CHAPITRE II

LA CONSTITUTION MOLÉCULAIRE DE LA MATIÈRE VIVANTE

Les sciences morphologiques et physiques se disputent, non sans âpreté, la suprématie dans l'étude de la matière vivante. Leurs deux techniques, au lieu de se prêter aide, en s'éclairant mutuellement, ne sont pas sans se contrecarrer dogmatiquement, sur la foi d'affirmations théoriques, dont la stérilité est cependant le plus sûr garant de l'insuffisance. Leurs domaines réciproques, mal définis et encore plus fâcheusement délimités, s'entre-pénètrent, dans les conditions actuelles, de la manière la moins opportune, et ce sera une tâche délicate, ingrate aussi et décevante, que de projeter un peu de lumière dans un pêle-mêle confus, ne montrant une issue claire d'aucun côté.

Que nous restera-t-il, une fois les théories épurées ? Peu de chose, sans doute, il faut bien le reconnaître. Mais la plus modeste des vérités ne vaut-elle pas la plus séduisante des fictions ?

Les progrès dans la connaissance de la constitution chimique de la matière organisée ont été considérables en ces dernières années.

Les recherches de chimie pure nous permettent d'entrevoir enfin l'architecture moléculaire des substances protéiques, et certains acides aminés, détachables de

ces gros édifices, sont accessibles à nos méthodes de synthèse. Si la vie ne devait résider que dans la seule composition chimique des substances du corps des êtres, le jour de sa reproduction artificielle ne serait peut-être pas très éloigné.

Il convient, toutefois, de remarquer qu'une telle opinion soulève des difficultés redoutables. Du reste, un doute grave vient encore d'être émis, en cette matière, par M. d'Hérelle, à la suite de ses observations sur ce qu'on appelle les « ultramicrobes ». Certains de ces germes pathogènes traversent des canalicules de bougies filtrantes d'un diamètre inférieur à l'ordre de grandeur des molécules d'albumine. C'est là une constatation qui pourrait inciter à des suppositions extraordinaires. Par exemple, on pourrait croire que la molécule protéique n'a pas la complexité qu'on lui prête, ce qui révolutionnerait les chimistes, ou encore que ces germes ne sont formés que d'une fraction de molécule protéique, ce qui semblerait plutôt insolite, etc.

Il est vrai que la nature exacte des virus filtrants n'est pas établie. Cependant, il devient plausible que la composition chimique, seule, est un criterium insuffisant à définir la vie.

M. Rémy Perrier proclame un autre avis.

Pour lui, « la définition des protoplasmes doit être recherchée au delà de ce que peut nous donner l'observation directe ; elle nous sera donnée d'une part par leur constitution chimique et d'autre part par leur structure moléculaire. Au point de vue chimique, le protoplasme est une substance albuminoïde ou plutôt un mélange de substances albuminoïdes, qui sont les protéides. Ces protéides sont ainsi de beaucoup les plus élevés des corps que nous montre la chimie. Leur poids atomique dépasse 16.000 » !

Ce point de vue extra-morphologique devait être

signalé. Les progrès incessants des sciences chimiques ne sauraient manquer, en effet, d'ouvrir des horizons imprévus, voire déconcertants. Jadis, la notion de poids atomique ne pouvait, par définition, s'appliquer qu'aux seuls corps simples. Nous voulions penser que l'expression de poids atomique, à la place de poids moléculaire, ne serait qu'un lapsus, mais la constatation qu'elle se trouve dans une 5e édition, entièrement refondue, diminue la vraisemblance de notre interprétation. D'autre part, les traités se bornent à indiquer l'ordre de grandeur probable du poids moléculaire de ces substances et, s'il s'agit de certitude, se contentent de donner des compositions centésimales, disant que, « dans l'état actuel de la science, *il est impossible de déduire de ces données une formule moléculaire* » (Bernthsen).

Quelles sont donc les notions de chimie, en apparence méconnues par les chimistes, qui permettent à M. Rémy Perrier de telles affirmations et, plus spécialement, comment, dans l'état actuel de la science, peut-il parler du poids atomique d'une combinaison, dont on commence à peine à pénétrer la complexité ? Ce seraient là choses importantes à dévoiler, puisqu'elles auraient, pour la bonne définition du sarcode, une valeur qu'il dénie aux études morphologiques. Un peu de lumière serait indispensable, en face de la floraison de théories évanescentes.

*
* *

Parallèlement à ces études purement chimiques, les chercheurs ont porté leur attention sur la constitution physique de ces substances à grosses molécules et sur leur manière de réagir vis-à-vis des dissolvants. Leur constitution complexe s'éclaire à mesure que progressent les recherches sur les systèmes colloïdaux.

Malheureusement, ainsi qu'il en advient pour trop de notions nouvelles, la théorie des colloïdes a été accaparée, comme un manteau miroitant, sous lequel nous aimons à cacher notre ignorance. Les histologistes, et d'autres, se sont mis à jouer au physicien, avec une ardeur d'une assez aveugle imprévoyance. On pourra s'en convaincre en parcourant maint ouvrage ou traité récent, excellent par ailleurs, où la terminologie de la Physique colloïdale revient à toutes les lignes, dans un désordre qui n'a d'égal que son imprécision, quand ce n'est pas son inexactitude, au lieu et place de faits objectifs.

Nous ne voulons point reproduire ici les cours de physique douteuse qui enflent certains traités modernes d'histologie. Mais il est peut-être d'autant plus utile de rappeler certaines propriétés fondamentales des colloïdes et de préciser certaines définitions, ne serait-ce que pour éviter d'attribuer aux termes employés un sens mystique, sans rapport avec leur signification physique.

Pour saisir en quoi consiste l'état colloïdal, pour voir que cette manière d'être n'a rien de mystérieux et qu'il peut devenir celle de n'importe quel corps, il est nécessaire de se reporter à la conception moderne des solutions.

Si nous plaçons un corps soluble A (par exemple, du sucre) en présence d'un solvant B (par exemple, de l'eau), les molécules de A, détachées du bloc pour des causes diverses dans le détail desquelles il est inutile d'entrer, vont se disséminer parmi les molécules du corps B, jusqu'à ce qu'elles s'y trouvent dans une proportion correspondant à la saturation. Par ce fait, le corps se trouve, en quelque sorte, démonté en molécules séparées.

Dans d'autres cas, la dispersion va plus loin. Dans

la plupart des sels ou des acides forts, la molécule se dissocie en deux ou plusieurs ions, de charges électriques opposées. Par contre, il existe des corps qui ne se fragmentent que par groupes de plusieurs molécules. On reconnaît l'existence de tels groupements lorsque les poids moléculaires, déduits de l'étude de la solution, sont des multiples du poids moléculaire réel, connu de par ailleurs.

Un même corps peut parfois prendre, en présence de dissolvants différents, des états de dispersion plus ou moins avancés. C'est ainsi que l'acide acétique, dont les solutions aqueuses sont partiellement ionisées, donne, dans d'autres solvants, des solutions non dissociées et des solutions polymérisées (HCH^3CO^2), par exemple, dans le benzène.

A l'autre extrémité de la série, nous pouvons imaginer un corps C, un métal ou du diamant, par exemple, parfaitement insoluble dans le corps B, c'est-à-dire dont les molécules n'auront aucune tendance à se désagréger dans le milieu dispersant.

Nous pouvons cependant réduire, mécaniquement ou d'une autre manière, ce corps en une poudre fine et délayer cette poudre dans le liquide. On aura préparé ainsi ce qu'on appelle une *suspension* ou, dans le cas particulier de deux liquides, une *émulsion*.

Entre ces deux cas extrêmes, les corps tendront à se disperser sous forme d'amas moléculaires plus ou moins volumineux.

Lorsque le diamètre de ces amas reste compris entre le millième et le dixième de micron, l'ensemble ainsi constitué peut présenter un certain nombre de propriétés physico-chimiques et électriques particulières, qui caractérisent l'état colloïdal.

Il est aujourd'hui démontré que la structure moléculaire des colloïdes est infiniment plus complexe qu'une

simple suspension extrêmement fine. On pourrait dire que tout colloïde est une suspension, mais que toute suspension n'est pas forcément un colloïde : « On les considérait autrefois, dit Nernst, comme une émulsion. L'étude de ces corps permet de les ramener à de vraies solutions de poids moléculaires énormes ».

Autour d'un amas plus ou moins considérable de molécules inertes, auxquelles un ou plusieurs *ions fixés* donnent une charge électrique, qu'on appelle le *granule*, gravitent un certain nombre d'*ions libres* de charge opposée, formant la *couche périgranulaire* (partie active). L'ensemble formé par le granule et les ions périgranulaires constitue une *micelle* et le milieu dans lequel flottent les micelles est le *liquide intermicellaire*.

Ce liquide doit posséder un pouvoir ionisant : il n'y a pas de colloïdes possibles avec les liquides inertes (Duclaux).

Les savants de l'école française (Duclaux, Lumière, Bouasse, etc.) et d'éminents chimistes allemands (Nernst) cherchent la définition de l'état colloïdal dans les propriétés fondamentales de la micelle (insolubilité parfaite du granule dans le milieu intermicellaire ; propriétés électriques de ce granule et de la couche périgranulaire, etc.), suivant en cela la définition de Graham lui-même. Ils nomment *sol* toute solution colloïdale, quel que soit le milieu intermicellaire, et *floculat* ou *gel* le résultat de la coagulation.

La gélification, c'est la mort du sol.

La plupart des histologistes contemporains préfèrent suivre les auteurs étrangers et adopter une terminologie et un système de définition des substances colloïdales auxquels la clarté ne gagne rien.

Ils accordent aux notions de solide et de liquide une

place prépondérante. Ils parlent de sols, de gels liquides, de gels solides, suivant que le milieu intermicellaire est plus ou moins rigide et abondant, etc. Enfin, ils adjoignent aux colloïdes micellaires toutes les suspensions, faisant rentrer dans leur définition toute matière divisée (fumée, poussière, etc.), pour ne pas parler des nuages.

Une définition du gel colloïdal, paraissant satisfaire à la fois les diverses tendances, est donnée par M. Gregorio de Rocasolano, professeur à la Faculté de Saragosse. Dans sa conception, le gel serait un état de désimbibition très avancé de la solution colloïdale, précurseur de la coagulation, et cette sorte d'équilibre instable entre la dispersion et la floculation caractériserait les gels des tissus vivants.

Au surplus, si les définitions de la théorie des colloïdes doivent être codifiées et remaniées, c'est l'affaire des Physiciens. Il serait, sans doute, assez inconsidéré, de la part des Biologistes et des Médecins, que de vouloir tout régler de façon tranchante en un domaine qu'ils n'ont pas eu l'occasion de connaître par eux-mêmes.

Pour nombre d'auteurs récents, la matière vivante consisterait en une simple substance colloïdale, formée d'un fluide fondamental, contenant des particules d'une très grande petitesse. Ces corpuscules sont trop petits pour que leur image puisse être perçue au microscope, mais on en entrevoit parfois le reflet, lorsqu'on les éclaire latéralement (ultra-microscope).

Ce seraient les diverses combinaisons et apparences de ces petits corps qui engendreraient les multiples aspects sarcodiques, qui ont été tenus pour des structures. Ces dernières, vaines apparences, ne seraient autre chose que des altérations (coagulations) dues aux

réactifs ; c'est ce qu'on a qualifié d'*artefacts*. Ces corpuscules seraient ainsi floculés en ordres définis et se grouperaient en formations régulières (1).

Ces états remarquables, dérivés d'une surprenante action des réactifs, disparaîtraient avec facilité sous l'action d'autres réactifs.

Il est certain que cette dernière propriété est une vérité basée sur l'observation quotidienne, et l'on peut même la compléter en faisant remarquer que c'est ce qui se passe dans les préparations insuffisantes, où la structure normale est déficiente. Mais où les choses se compliquent c'est quand on ajoute qu'une fois détruites, ces fausses structures pourraient être reconstituées par l'effet d'autres réactions. C'est ce qu'on a appelé la *réversibilité*.

C'est là une affirmation énorme, mais aussi sans aucune base sérieuse. Nous en parlons dans un autre chapitre.

Cette prétendue réversibilité est, du reste, incompatible avec la constitution colloïdale des corps qui la présenteraient. Un caractère fondamentel des colloïdes est l'irréversibilité de leur évolution. La haute autorité de M. Auguste Lumière s'exprime ainsi : « Les colloïdes sont le siège de constantes transformations et ces transformations s'effectuent toujours dans le même sens, sans jamais pouvoir les ramener à un état antérieur ».

Nous nous bornerons ici à une simple remarque. Si les structures reparaissent, après avoir disparu, c'est qu'elles n'ont jamais cessé d'exister et que leur éclipse n'a été qu'apparente.

La visibilité des structures est fonction de facteurs assez simples, quoique plus ou moins obscurs. Parmi

(1) Un précipité se dépose en masse et non suivant des lignes régulières. Le contraire est encore à prouver.

eux, le nivellement des réfringences joue, sans doute, un rôle primordial. C'est ce qu'on observe souvent pour les préparations faites par les procédés courants, dont certains sont excellents, d'une manière générale, excepté au point de vue des structures.

Mais il y a lieu de retenir qu'invisibilité n'est pas absence. Si ces préparations ne les montrent pas, celles-ci n'en sont pas moins présentes. C'est ce que vient de démontrer, par un procédé fort élégant, M. Ch. Claoué. En remplaçant le condensateur par un appareil à fond noir, elles apparaissent nettement, quoiqu'un peu brouillées par les phénomènes de diffraction inhérentes à ce mode d'éclairage.

Il est d'autant plus intéressant d'enregistrer ce fait que certains histologistes mènent grand bruit autour des aspects ultramicroscopiques de la matière vivante, dont ils prétendent tirer des arguments en faveur de son homogénéité fondamentale. De nombreux éléments vivants restent, en effet, obscurs à l'ultramicroscope, ce qu'on traduit, en langage physique, en disant qu'ils sont optiquement vides. Remarquons que les Physiciens ont eu la prudence d'ajouter le mot « optiquement ». Un corps peut, en effet, être optiquement vide, même s'il est hétérogène, pour diverses raisons, sans parler de l'insuffisance optique de l'instrument ou de l'inexpérience de l'observateur. Les particules peuvent être trop petites ou trop rapprochées, leur indice trop voisin du milieu dispersant... Dans ce dernier cas, ce qui est vrai des particules colloïdales ne l'est pas moins des ensembles volumineux, formés par les faits d'organisation. A part les cas de modifications spéciales de leur substance, entraînant une différence de propriétés optiques suffisante pour diffracter de la lumière, ils laisseront passer sans perturbation la lumière latérale, et rien ne pénétrera dans l'objectif. L'histologiste, frappé

par le mot « vide », qui figure dans le terme de physique, affirmera alors, avec l'autorité qu'on sait, qu'il n'existe rien. Marinesco reconnaît, avec justesse, dans ses ouvrages, qu'armé des mêmes méthodes, on pourrait conclure à l'inexistence des neurofibrilles... qui ne se voient pas à l'ultramicroscope. Pourquoi donc certains traités récents tiennent-ils le sarcode pour un sol homogène et décrivent-ils encore des neurofibrilles ?

Sans doute, la substance vivante est-elle faite de colloïdes. Mais on peut remarquer que la composition des aciers qui forment la matière d'un moteur ne nous donne nullement sa structure, pas plus que la formule $CaCO^3$, ni la connaissance cristallographique du marbre, ne nous font prévoir la forme d'une statue.

Les recherches modernes sur les propriétés des colloïdes du sarcode peuvent fournir de précieux renseignements sur les phénomènes fondamentaux de la vie. Mais, de même qu'il était illusoire de vouloir expliquer le fonctionnement vital par le seul jeu des actions chimiques, sans y faire concourir sa constitution micellaire, il ne l'est pas moins aujourd'hui de prétendre à la connaissance de son fonctionnement colloïdal, sans faire intervenir son architecture visible.

Considérons, en effet, une réaction chimique, la plus minérale et la plus simple que nous voudrons, par exemple, l'attaque du carbonate de calcium par la solution aqueuse d'acide chlorhydrique.

Nous avons deux manières de nous représenter ce phénomène. La première est d'écrire sur un tableau noir ou d'évoquer en notre esprit la formule symbolique :

$$CaCO^3 + HCl = CaCl^2 + CO^2 + H^2O$$

La seconde nous fera évoquer l'appareil que nous employons pratiquement dans nos laboratoires, avec

sa verrerie compliquée, l'acide qui coule par le tube à entonnoir, les bouchons, les tubulures, etc. *Pour se réaliser d'une façon « régulière », cette réaction qui est pourtant bien banale, a besoin d'un dispositif morphologique assez complexe.*

Il n'est pas plausible que la quantité de réactions, infiniment plus compliquées, dont les cellules sont le siège, se passent en une sorte de milieu homogène et sans organisation, comme celui dont l'école actuelle voudrait faire le contenu de ces éléments.

Il paraît difficile d'admettre que les diverses micelles colloïdales, même séparées par un milieu intermicellaire de grande rigidité (*hydrogels* de l'école allemande), auraient la possibilité de poursuivre chacune son fonctionnement particulier sans que bientôt quelque néfaste influence ne vienne troubler le fragile équilibre colloïdal et entraîner la coagulation et la mort du « système ». Plus encore, il serait même malaisé de croire qu'un fonctionnement continu — nous ne disons pas des réactions momentanées — puissent se produire dans les conditions visées.

Les auteurs qui nient l'organisation du sarcode pour des motifs dogmatiques aussi imprécis, pour des raisons qu'ils prétendent tirer de la chimie physique, auraient tout aussi bien pu, armés des mêmes raisons, nier l'existence morphologique de la cellule, de son noyau, de son centre cellulaire et généralement de toute différenciation morphologique des organismes vivants.

Nous pensons que, si les différents corps, colloïdes et électrolytes, qui composent la matière vivante, arrivent à fonctionner en bon ordre et avec durée, mélangés au hasard dans l'espace d'une cellule, on ne voit pas pourquoi ils n'en seraient plus capables dans un volume plus grand.

Quelqu'entraînés qu'ils fussent par leurs tendances zélatrices, les théoriciens n'ont pas osé nier l'histologie, l'anatomie et tout ce qui est au-dessus du sarcode. C'est que ce sont là choses trop visibles pour n'être pas évidentes. Certes, les doctrinaires ont un certain faible pour tout ce qui blesse le sens commun, auquel ils réservent la qualification d'apparence. Les biologistes qui voudraient faire de même, en ce qui concerne les organisations primordiales, n'ont, malheureusement pour eux, pas pris soin, comme tant d'autres, de se cantonner dans l'invérifiable.

Avec une insistance qui dénote une certaine inquiétude, on s'évertue à prouver que les organisations sarcodiques sont des artefacts. On explique même longuement, théorie en main, la genèse de pareilles productions. Ce sont des granules précipités, *qui se déposent en files, en couronnes, en réseaux, en alvéoles!*

Bien entendu, toutes préparations fixées, à part une petite exception de faveur pour celles traitées aux complexes techniques mitochondriales, ne peuvent donner que des résultats radicalement faux, par définition.

On aurait pu croire que les observations d'éléments vivants auraient trouvé grâce devant ces farouches contempteurs. Il n'en est rien.

Un raisonnement propice étaye ces vues. Faisant ressortir, avec raison, du reste, la difficulté de telles préparations, l'état précaire où se trouve l'élément au sein des liquides dits physiologiques, on affirme qu'il s'altère, et, comme l'organisation s'observe malgré cela, comme elle se voit après l'action des fixateurs, on en déduit que les altérations produites par le début d'autolyse de l'élément est d'une nature semblable à celles dues au fixateur. Donc, dans les observations *in vivo*,

les éléments qui présentent des différenciations morphologiques sont déclarés altérés et, seuls, ceux dont le sarcode est devenu homogène reçoivent un brevet de vitalité normale ! Or, nous établirons que c'est juste l'inverse qui est exact.

Il est, au reste, bien difficile d'élucider l'action d'un composé minéral tel que le peroxyde d'osmium, l'action de mordançage des sels de métaux lourds, et surtout de savoir comment et pourquoi l'autodigestion du sarcode par ses propres diastases aboutirait, en fin de compte, à donner des images identiques ! Peut-être aussi, ne faut-il pas chercher à comprendre ?

Du fait que les organisations sarcodiques s'observent à l'état vivant, d'autant plus nettes et fines qu'on se hâte davantage de les observer plus fraîches, qu'elles s'estompent progressivement et disparaissent plus ou moins complètement pendant que l'être agonise et meurt, qu'alors aucun fixateur n'en décèle plus, mais qu'au contraire, à l'état très frais, il les met bien en lumière, du fait aussi que l'action physico-chimique exacte de l'acide osmique (OsO_4), par exemple, reste encore à élucider — ceci pour répondre à ceux qui prétendent expliquer comment cet agent et d'autres aussi produisent les artefacts — nous croyons qu'il n'est pas illégitime d'affirmer, lorsque ces réactifs nous révèlent une structure comparable en tous points à celle observée sur les éléments bien vivants et tout frais, dans leur état normal et non en voie d'agonie dans un prétendu liquide physiologique ou un colorant vital, que cet aspect est bien l'image réelle de la constitution normale du sarcode vivant.

Alors même que l'observation du même élément *in vivo* ne montrerait que peu de détails, on n'en serait pas moins en droit de penser, ainsi que nous l'avons vu, que la structure est présente, mais que de trop faibles

indices de réfraction, entre les divers milieux le constituant, empêchent une vision *facile* des faits.

Nous trouvons, dans l'ouvrage récent de Botazzi, traduit et adapté par le Dr Verne, une tendance de plus, qu'il est intéressant d'examiner.

Botazzi insiste tout particulièrement sur l'extension à la matière vivante, considérée comme système physico-chimique, de la notion de *phase*.

Evidemment, ce terme un peu emphatique, s'il est permis de le dire, donne une allure en apparence plus scientifique au discours. Mais il ne faudrait cependant pas croire avoir approfondi la nature d'un mélange de deux corps par le seul fait qu'on déclare avoir affaire à un système diphasique. Chacun sait que la notion et ce terme même de phase ont, en chimie physique, un emploi très précis. Si l'on considère un système physico-chimique défini, dans lequel C est le nombre des constituants indépendants de ce système et φ le nombre de phases, la loi traduisant son équilibre dépend d'autant de variables qu'il y a d'unités dans le terme : $V = C + 2 - \varphi$, ce terme étant appelé la variance du système. Or, il peut sembler téméraire de considérer l'ensemble d'une cellule ou d'un être, pour inférieur qu'il soit, ses sécrétions diverses, ses colloïdes variés, les liquides intermicellaires qui les enrobent, comme un ensemble défini. On aurait, en tout cas, en admettant même que l'assimilation fût légitime, affaire à un système de variance considérable.

Si l'on se remémore les difficultés ardues qu'éprouvent les chimistes dès qu'ils en arrivent aux systèmes quadrivariants, on peut se demander s'il y aurait, même si cela était licite, de sérieux espoirs à fonder sur l'application de la règle des phases, à l'ensemble de la cellule vivante.

Certes, nous ne méconnaissons pas l'importance fondamentale des recherches de chimie physique, pour l'analyse des processus de la vie. Nous sommes convaincus que, dans cette voie, des progrès énormes sont possibles. Nous ne désirons que recommander un peu de prudence, et nous voudrions mettre en garde contre un emballement compréhensible, mais un peu prématuré, qui pousse certains biologistes à appliquer, sans assez de bases, les notions nouvelles, venues des sciences physiques, avec d'autant plus d'ardeur qu'elles sont moins familières à qui les utilise.

Evidemment, si l'on postule à l'avance que l'on arrivera à définir la vie par une simple formule chimique, toutes considérations morphologiques deviennent superflues et sans intérêt. Mais il ne faut pas perdre de vue que la plus précise des formules de la chimie n'est qu'une représentation symbolique et commode de la réalité, une sorte de moyen mnémotechnique de représenter ce que l'expérience enseigne et de prévoir ce qu'elle nous apprendrait dans un cas comparable.

Les multiples tentatives pour ramener les phénomènes de la vie à tel ou tel ordre de phénomènes physico-chimiques ne sont pas sans rappeler peu ou prou ces mathématiciens novices qui prétendent résoudre leurs problèmes en posant sans cesse des changements d'inconnues.

Il est bien remarquable que l'esprit humain, même celui des savants qui se piquent de rigueur, se laisse aller si aisément à expliquer ce qu'ils comprennent mal par ce qu'ils connaissent moins encore. Il est vrai que c'est aussi une méthode commode que de se débarrasser sur le dos du voisin.

On a réquisitionné successivement, pour des explications de la vie que l'on croyait définitives, toutes les découvertes nouvelles de la physique moderne, les ions,

la pression osmotique, la radioactivité, les colloïdes, les mouvements tourbillonnaires..., tout y a passé, jusqu'au rayonnement électronique du potassium.

Ce fait ne serait pas, en lui-même, très grave si les auteurs se contentaient d'échafauder leurs *hypothèses*, en les présentant sous ce vocable. Mais certains émettent la prétention osée et peut-être un peu ridicule de les substituer purement et simplement à l'observation directe. Des hypothèses aussi puissantes transcendent le domaine de la science, pour pénétrer dans celui de la fantaisie (1).

Certains esprits paraissent supposer que l'existence d'une constitution colloïdale exclut celle d'une structure définie, qu'elle exclut une morphologie élémentaire.

Or, si l'on compare les ordres de grandeur qui sont la caractéristique des deux points de vue mis en opposition, il apparaît clairement que ceux-ci sont tels qu'ils ne peuvent compromettre d'aucune manière leur existence simultanée, dans une même substance, pas plus que rien ne peut permettre, non plus, d'exclure l'un par l'autre. Conclure de l'existence des colloïdes au néant des structures est aussi gratuit que de dire que, s'il y a des structures, la constitution colloïdale est impossible.

Les faits colloïdaux relèvent des sciences physico-

(1) Nous serions heureux que le lecteur voulût bien remarquer que nous ne désirons nullement supprimer les forces physico-chimiques, chez les organismes. Nous nous contentons d'indiquer qu'il y a quelque chose de plus que leur jeu ordinaire, quelque chose qui n'est pas encore suffisamment défini. Il est regrettable que le désir de tout expliquer par les faits connus puisse aboutir quelquefois à des points de vue étranges. En science, comme en bien des choses, il faut savoir attendre l'heure, et c'est le contraire de l'esprit scientifique que de créer des châteaux de cartes, même ingénieux.

chimiques. Ils correspondent à des dimensions infiniment petites par rapport aux organisations morphologiques, de telle sorte qu'en réalité rien ne paraît s'opposer à une coexistence, dont il est difficile de douter, si l'on se reporte aux faits d'observation. Dans ces conditions, pourquoi tant s'évertuer à rabaisser et à ridiculiser ce qui est visible ?

Il était réservé à la substance vivante de prêter sa notoriété à des visions d'apparence insolite, qui ramènent la science, d'un vaste bond, à la boue protoplasmique, au néant organique.

Si les yeux humains ne sont pas dupes d'incurables illusions, toute substance vivante possède une organisation déterminée, indépendante des agents ambiants, qui lui vient en droite ligne de ses ascendants, de même que toute manifestation vitale se trouve liée à une structure matérielle, si rudimentaire qu'elle puisse être.

Le lecteur, après avoir parcouru ce livre, jugera si nous avons établi, sur des faits précis et irrécusables, une doctrine basée sur des images nettes et photographiables, en dehors de toute supputation intuitive.

En résumé, dans une visible hâte d'adaptation des faits aux théories en vogue, les aspects structuraux du sarcode ont été comparés à des produits de précipitation — en ordres réguliers et compliqués — à des résultats d'actions physico-chimiques, ayant le don d'engendrer les dispositions les plus constantes et, chose curieuse, les plus adaptées aux fonctions physiologiques de l'état vivant. Les structures seraient donc des produits *post-mortem* ? Elles s'élaboreraient au moment précis où elles n'auraient plus aucun rôle possible (1).

(1) C'est une remarque quelque peu récréative que de voir l'air

Que les hypothèses métahistologiques puissent être attirantes, tout le monde est d'accord sur ce point. Mais qu'on leur sacrifie les faits tangibles, cela devient dangereux. Si l'on veut se borner à l'examen de ceux-ci, on remarquera que les structures sarcodiques, celles qui existent autrement que dans de fumeuses conceptions, se constatent le plus strictement à l'état de pleine vie, sans le concours d'aucune technique. C'est là une remarque simple et aisée à vérifier, qui suffit à conférer aux faits en cause leurs véritables proportions.

Sans doute, peut-on espérer que l'étude approfondie des actions colloïdales, dont le sarcode est le siège, éclairera heureusement certains des points les plus obscurs du fonctionnement vital et que, d'une manière moins schématique que la chimie des réactions, la connaissance de ces processus physico-chimiques nous fera pénétrer un peu plus loin dans l'analyse du mécanisme de la vie. Nonobstant ces horizons en perspective, il y a lieu de ne pas s'imaginer qu'il suffit d'aller répétant à tout propos des termes de chimie physique, avec le mysticisme de néophytes célébrant l'aurore d'une reli-

entendu avec lequel certains auteurs tranchent de grandes difficultés, à l'aide du seul mot d'artefacts. Il est curieux aussi de considérer avec quelle prudente persistance ils évitent de décrire et de figurer ces artefacts. On serait vraiment tenté de croire que ce mot providentiel se suffit à lui-même, se passe de commentaire et dispense de toute autre compétence. Nous ne voudrions cependant pas supposer qu'ils n'en ont jamais vu, pas plus que de structures !

Cette attitude embarrassée fait contraste avec leurs allures générales, quelquefois un peu tranchantes. Il semble pourtant qu'elle ait assez duré et que l'heure de l'action soit venue. En d'autres termes, ce ne sont plus des mots qui seraient nécessaires, mais des faits. Si l'on ne se décide pas à exhiber les artefacts, c'est qu'on ne le pourra pas.

Certes, cette situation a un côté fort amusant. Nous pouvons cependant donner l'assurance au lecteur qu'il s'y trouve aussi un point de vue scientifique d'un intérêt certain. Nous attendons, au pied du mur.

gion nouvelle, pour faire avancer la science d'un pas de géant et avoir compris, du jour au lendemain, la vraie nature de la matière vivante.

Devant un enthousiasme débordant des biologistes, escorté d'une regrettable absence de toute démonstration pratique, il est tout naturel de se reporter aux opinions des physico-chimistes familiarisés avec l'étude de tels sujets. Aussi sommes-nous heureux de trouver des sources autorisées qui parlent de ces choses avec le calme et la compétence qui conviennent. Dans un ouvrage récent sur la chimie de la matière vivante, dû à la plume de M. J. Duclaux, dont l'autorité en ces matières est incontestée, nous trouvons des conclusions précises.

Arrivé au bord du fossé où la masse impulsive a sauté, les yeux fermés, cet auteur a marqué un temps d'arrêt. Il a voulu se rendre compte de sa profondeur, c'est-à-dire comprendre, avant de s'abandonner au courant d'une obscure impulsion collective, et il semblerait qu'il n'a pas jugé la voie aussi libre qu'on s'évertue à la proclamer.

« On a voulu aller trop vite, écrit-il, et obtenir des conclusions applicables à la physiologie et à la médecine, avant de connaître la nature exacte des colloïdes... C'était une mauvaise méthode de travail et ainsi s'explique que le nom de colloïdes soit considéré par beaucoup comme uniquement destiné à lancer des produits pharmaceutiques nouveaux ».

Plus loin, examinant la portée des vues actuelles, Duclaux ajoute :

« *Faut-il en conclure que ce mot (colloïdes) explique tout ou même qu'il explique réellement quelque chose? Bien au contraire, il ne faut y voir que l'indication d'une direction à suivre. Ce n'est pas parce qu'on les aura rapprochées des propriétés des colloïdes, propriétés*

encore fort mal comprises, qu'on aura « ipso facto » rendu plus claires celles des organismes. Il est même des faits que ce rapprochement rend plus incompréhensibles encore ».

Au point de vue des constitutions colloïdales et de leur adaptation aux connaissances biologiques et aux faits de structure, nous n'avons encore, personnellement, aucune lumière définitivement acquise. Ce sera l'œuvre d'observations futures. En attendant, nous pensons qu'il y a lieu de faire acte de prudence. C'est une noble ambition, sans doute, que vouloir voir loin, mais encore, pour voir si loin, faut-il se garder de tomber dans le puits malencontreux du Bonhomme.

CHAPITRE III

LES ORIGINES DE LA VIE

L'adage déjà ancien *Omne vivum ex vivo* apparaît comme une affirmation péremptoire. Elle trace la voie d'une sorte de grande vérité, tout en constituant une gêne pour quelques doctrinaires qui essaient d'envisager une genèse organique, sans parents directs.

Les Anciens, Aristote, les Médecins arabes et leurs adeptes plus ou moins immédiats, s'expliquaient l'origine de beaucoup d'êtres par l'action du soleil sur la boue, et, plus tard encore, des zoologistes mieux avertis acceptaient cette production d'animaux élevés en organisation (Insectes, Grenouilles, etc.) dans la vase ensoleillée.

Lorsque les observations précises de Swammerdam, Spallanzani, Redi, etc., eurent fait justice de ce genre de légende, la foi en une création spontanée des êtres vivants se réfugia dans les bas-fonds du Règne organique.

On affirma alors que les parasites des animaux, dont on ignorait les intéressants processus reproducteurs et les curieuses migrations, se formaient des parties inutilisées de leurs hôtes, par une évolution propre, attendu que ceux-ci, à leur naissance, n'en contenaient aucun. Il a fallu d'admirables observations et de mémorables expériences de zoologie expérimentale pour

contraindre cette foi naïve à se rabattre sur les Infusoires et les Bactéries.

Dans ce nouveau domaine, la victoire resta encore à l'expérimentation, contrôlant et rectifiant l'hypothèse. Pasteur, après d'âpres conflits, mit en relief l'inanité des assertions de ses contradicteurs. Stérilisant les milieux putrescibles et les abritant contre toute invasion ultérieure, il réussit à empêcher l'établissement des pourritures. C'était la fin de la controverse, au moins en ce qui concerne les êtres connus. Il fut établi qu'à l'époque actuelle, il n'y avait aucune génération spontanée et que tout être vivant dérivait d'organismes semblables à lui.

L'esprit humain est rarement à court d'hypothèses. L'insuccès des hétérogénistes et des abiogénistes a appelé d'audacieux remplaçants.

C'est ainsi que nous avons connu les Pyrozoaires, êtres illusoires, rappelant des sortes de petites flammes mieux individualisées, qui auraient vécu dès la période ignée et qui se seraient refroidies avec l'ambiance, pour évoluer ultérieurement.

D'autres pensaient que la vie nous arrivait en ligne directe des autres astres, à travers les espaces intersidéraux, transportée par des météorites ou bolides (de Montlivaut, 1821). Cette hypothèse expliquait l'existence des faunes planétaires, sans exiger l'examen ardu de ce qu'ont pu être les premiers stades de la vie. Elle fut codifiée en doctrine (*Théorie de la panspermie*) par Richter, en 1865, qui dénomma les germes transportés des Cosmozoaires. Ces derniers se trouveraient, dans certains météorites, à l'état d' « inclusions ». Une forte objection contre cette doctrine est l'énorme température à laquelle les germes seraient instantanément por-

tés, en traversant l'atmosphère et en tombant sur la Terre (1).

Svante Arrhénius a conféré, à une hypothèse du même genre, une forme séduisante, grâce au rôle qu'il attribue à la *pression de radiation*, qui s'exerce sur toute surface opaque exposée aux rayons solaires et qui parviendrait à faire circuler les germes léthargiques des êtres vivants à travers les espaces intersidéraux.

Si la vie peut être réellement transportée, par la voie interastrale, il peut paraître vraisemblable que c'est là un phénomène commun à tous les temps et, donc, que les ensemencements se sont continués, à travers les âges.

Une telle doctrine ne soulève pas, malheureusement, le voile fondamental, celui de l'origine première de la vie, et, à cet égard, elle se borne à reculer la difficulté.

*
* *

Le problème de l'origine de la vie a été l'objet de multiples essais, voire de solutions plus ou moins formelles.

Il est évident que la démonstration, rigoureusement établie, de l'impossibilité d'une genèse spontanée actuelle, n'était pas de nature à faciliter la tâche des chercheurs, en quête de la solution du problème.

La théorie de l'Evolution organique a, cependant, d'inéluctables exigences. Elle réclame une solution, en ce qui concerne l'origine des premiers êtres.

(1) Dans un travail récent, Galippe affirme avoir obtenu des cultures, à partir de corps météoriques broyés. C'était logique de le tenter. Malheureusement, des expériences similaires, reprises avec soin par Auguste Lumière, sont restées entièrement négatives.

On admit que, s'il était vrai que la génération spontanée n'existait plus de nos jours, elle n'en avait pas moins existé dans un lointain passé, comme source première de la vie.

C'est donc la nécessité philosophique qui a incité l'esprit humain à accepter une genèse organique spontanée, aux âges les plus reculés.

C'est au moment de la solidification de la première croûte terrestre que « des conditions exceptionnelles », mais éphémères, se seraient manifestées. On a voulu entendre par là un ensemble de circonstances particulièrement favorables, eau, chaleur, lumière, électricité, radio-activité, corps à l'état naissant, etc. Sous ces influences complexes, les corps bruts, même les plus simples, tels que l'hydrogène, l'azote, l'oxygène, le carbone, le soufre, etc., ou leurs composés, se seraient unis en substances complexes, à puissance vitale.

C'est là, évidemment, une hypothèse pure et simple, dans laquelle l'être vivant primitif devient un composé chimique, peut-être plus complexe que d'autres, mais un composé chimique.

D'abord acclamée de toutes parts, cette hypothèse n'a pas tardé à perdre du terrain. Certains penseurs se sont posé la question de ce qu'ont pu être, en dehors de vagues supputations, les *conditions exceptionnelles* qui ont été invoquées. Ils doutent que la vie puisse résulter d'une simple combinaison chimique, même avec le concours momentané de forces et de matériaux plus ou moins nombreux.

Aujourd'hui, cette hypothèse persiste, parce qu'elle tient la place, jusqu'au jour où une vérité moins fugitive viendra la remplacer.

La remplaçante a été, en partie, la doctrine qui suit.

Häckel et, d'une manière générale, l'école allemande pensent que les premiers organismes se sont constitués, au sein de la nature brute, par une sorte de précipitation cristalloïde, analogue à celles qui engendrent les cristaux ordinaires, dans les solutions mères.

Les « êtres » primitifs, ainsi engendrés, personnifiaient la réalisation d'une sorte de prolongement de la série minérale, à laquelle ils étaient directement rattachés par l'intermédiaire des cristaux. Leurs propriétés vitales n'étaient, au surplus, qu'un développement supérieur des propriétés cristallines minérales.

On accordait à ces individus cristallins une valeur morphologique et une individualité *originelles*, celles d'individus élémentaires, autonomes, équivalents morphologiquement entre eux et capables de vivre par leurs forces personnelles. Cette valeur primordiale, commune à tout ce qui vit, était celle de la *cellule*, et tout être vivant devenait *uni* ou *pluri-cellulaire*. Chez les Métazoaires, l'individualité en était plus ou moins modifiée, amoindrie, par le fait d'une intégration à l'ensemble organique, d'une adaptation à un rôle nouveau et spécialisé, d'une subordination des structures particulières et de leur fonctionnement aux besoins de l'agrégat cellulaire.

Le lecteur reconnaîtra facilement, dans ce qui précède, la *théorie coloniale* des Métazoaires, qui a obtenu un retentissant succès, dans l'univers scientifique et profane. Aujourd'hui, la *théorie cellulaire* est encore la base de l'opinion, pour ainsi dire, mondiale.

L'autorité de Häckel est bien haute. Malgré cela, il faut convenir que la création divine n'est pas plus extra-scientifique que cette hypothèse, entachée de simplisme, qui, basée sur des analogies superficielles, est une véritable négation de la morphologie rationnelle

et ne tient pas plus compte des possibilités théoriques que des faits d'observation.

Par la cristallisation, les matières se stabilisent. Les propriétés cristallines sont les caractères minéraux les plus divergents, par rapport à ce qui, selon les probabilités, paraît avoir caractérisé les organismes primitifs. Symboles de l'immutabilité matérielle, les cristaux sont les corps bruts le moins comparables à ceux-ci. Ce sont les derniers corps naturels auxquels, rationnellement, il paraisse possible d'accorder une pousse spontanée d'organes.

C'est, au contraire, chez les matières amorphes les plus complexes, les plus instables et les plus riches en propriétés que l'on trouvera le plus aisément des similitudes indéniables, des analogies significatives, qui pourraient être de nature à indiquer le véritable pont, reliant les règnes minéral et organique.

Pour Häckel et son école, ce sont des concrétions cristallines, organismes en formation, qui auraient développé leurs propriétés minérales, dans la suite des siècles, et acquis des organes pour les servir.

Les propriétés cristallines rattacheraient les faits vitaux à des phénomènes essentiellement physiques. Leur stabilité mettrait obstacle aux échanges moléculaires qui paraissent constituer un caractère fondamental de la vie.

Dans cette doctrine tout est théorique et artificiel, et rien ne découle de l'observation scientifique. Il n'est pas indispensable de la discuter longuement, dans l'état actuel de la science. Non seulement, aucune observation directe ne lui apporte le moindre concours, mais encore aucune analogie admissible, dans la nature entière, ne lui prête la moindre vraisemblance.

*
* *

L'origine première des êtres vivants a préoccupé tous ceux qui en perçoivent la portée lointaine. Nonobstant l'échec avéré de tous les points de vue publiés jusqu'ici, aujourd'hui encore, il est des chercheurs acharnés à la même tâche.

Des travaux récents tentent à ramener le lecteur vers l'hypothèse d'une génération spontanée actuelle.

Il y est question d'une production de substances instables, véritables complexes colloïdaux, qui n'auraient aucune chance d'évoluer, au cours des expériences de laboratoire, et que les précautions aseptiques détruiraient. Ce seraient des ébauches de matière vivante, se produisant en nombre infini et à chaque instant, dans la nature libre, et dont certaines, dans une proportion que pourrait déterminer le calcul des probabilités (?), seraient capables de donner naissance à des formes plus évoluées.

On a même cru trouver une démonstration directe de ces faits, dans les travaux sur les virus filtrants (ultramicrobes), et certains voient, dans les éléments bactériolytiques qui font l'objet des belles recherches de d'Hérelle, des sortes d'intermédiaires entre ces substances primitives hypothétiques et les Bactéries les plus inférieures.

Il est vrai que la nature vivante de ces ultramicrobes, ou du moins l'identité de leurs processus vitaux, avec ceux qui caractérisent le reste du Règne organique, n'est pas encore démontrée. L'exiguité même de leurs dimensions ne permet pas de leur attribuer une constitution moléculaire analogue à celle des autres êtres.

D'autre part, le fait que le bactériophage est inculti-vable, aux dépens de Bactéries tuées, ne laisse pas que de susciter quelque doute sur sa nature d'être

vivant indépendant. S'il s'agissait d'un poison autocatalytique, déséquilibrant le métabolisme normal du microbe, bien des expériences s'interpréteraient tout aussi bien.

Cependant, un fait positif est invoqué en faveur de la nature vivante et bactérioïde de cet ultramicrobe. D'Hérelle l'a vu, à l'ultramicroscope, sous forme de granule, dans les Bactéries attaquées. Cependant, nous ne pouvons pas nous défendre d'être frappés par la similitude, qui existe, jusque dans les détails, entre la bactériolyse et la *déliquescence granuleuse* que nous avons si souvent observée, chez beaucoup de Protozoaires.

Dans une discussion détaillée de ces recherches, Nageotte refuse au bactériophage la qualité d'être vivant, sous le prétexte qu'il ne posséderait pas la trilogie nécessaire (noyau, sarcode et centre cellulaire), qui doit, selon lui, constituer tout être vivant.

Pour n'avoir rien d'irréfutable, l'argument est au moins nouveau ; il a contre lui une morphologie élémentaire.

Il sera peut-être sage de patienter jusqu'à plus ample informé, pour tirer de la question des ultramicrobes, et du bactériophage en particulier, tous les enseignements qu'elle peut contenir. Avant d'y voir de ces substances préparatoires qui auraient jadis annoncé l'avènement des êtres sarcodiques, il serait peut-être utile d'approfondir la nature et la constitution des diastases et autres substances plus ou moins indosables, déclanchant de gros phénomènes biologiques.

Les idées de Lumière sur l'importance des couches périgranulaires trouveraient peut-être ici d'heureuses applications.

En quittant ce sujet, il peut nous être permis de faire remarquer que les substances hypothétiques vivaient, par définition, en milieu purement minéral, alors que les ultramicrobes sont des parasites stricts des animaux supérieurs ou des commensaux qu'ils contiennent.

Il ne nous est pas possible d'analyser, dans ce volume, tout ce qui a été publié, dans cet ordre d'idées.

Certains, se fondant sur les dissemblances morphologiques et biochimiques existant entre les êtres, sont tentés de leur attribuer des origines premières différentes.

D'autres supposent que les Bactéries capables d'une vie indépendante (Bactéries de l'azote, du fer, du soufre) et les formes chlorophylliennes anucléées (Cyanophycées) sont des survivants des époques primitives.

D'autres encore pensent que ce sont les Flagellés pélagiques qui constituent des formes primitives ; ils en expliquent même la genèse possible par voie photochimique ! (Allen).

Il est même des auteurs qui ne paraissent nullement se préoccuper des représentants actuels des souches anciennes et qui se contentent de combinaisons abstraites, auxquelles ils accordent la portée qui leur agrée.

Ils imaginent des cycles idéaux de réactions, qu'ils présentent, non seulement comme l'image d'une succession de modifications chimiques, se déroulant dans le sarcode, mais aussi pour l'essentiel de l'activité vitale elle-même.

Un schéma de la vie, ramenée par définition à une suite de réactions chimiques, provoquant une augmentation de masse (*reproduction*) de la substance initiale, tel est l'un des plus étonnants exemples d'une concep-

tion publiée par le physiologiste italien Ermanno Giglio-Tos qui, pour illustrer la généralité de son hypothèse, prend une molécule quelconque (celle d'acide acétique) et lui fait subir la suite de ces réactions ci-après :

(1) $CH^3\ CO.OH + PCl^5 = CH^3\ COCl + POCl^3 + HCl$

(2) $CH^3\ COCl + 1/2\ [Zn(C^2H^5)^2] = ZuCl^2 + CH^3.\ CO.\ C^2H5$

(3) $CH^3\ CO\ C^2H^5 + 30 = 2\ (CH^3.\ COOH)$

On arrive ainsi, théoriquement, à produire deux molécules, en partant d'une seule.

On dira alors que l'acide acétique s'est « multiplié ». Le zinc éthyle, le perchlorure de phosphore et l'oxygène seront qualifiés d' « aliments », tandis que les produits tels que l'oxychlorure de phosphore, le chlorure de zinc ou l'acide chlorhydrique seront des produits d'excrétion.

Giglio-Tos néglige d'examiner les conditions pratiques d'une telle suite de réactions ; il veut se borner, il est vrai, à donner un exemple.

S'il était établi que la vie résidât uniquement en une série de processus chimiques analogues, la nécessité d'une structure du sarcode, remarquons-le en passant, n'en serait que plus plausible. Qu'on songe à l'appareillage de verrerie nécessaire pour matérialiser l'exemple précédent !

Des auteurs plus récents ont repris des tentatives plus ou moins analogues, en y ajoutant un point de vue nouveau. La vie serait toujours une ou plusieurs séries de réactions du genre de celle de Giglio-Tos, mais la substance vivante serait caractérisée par sa propriété d' « autocataliser » les réactions, c'est-à-dire de les rendre beaucoup plus faciles. Un exemple de corps autocatalyseur fera saisir ce point de vue... et son insuffisance.

On sait que l'hydrogène et l'oxygène s'unissent en proportions définies pour former de l'eau, mais qu'en prenant ces gaz parfaitement purs et secs, on peut élever le mélange jusqu'à toute température (1000°) sans que la combinaison se produise. Il suffit alors de faire pénétrer, dans le récipient, une trace infinitésimale de vapeur d'eau pour que l'union ait lieu. On dit que l'eau a catalysé la réaction et, comme cette réaction la reproduit elle-même, on ajoute que c'est une substance autocatalytique.

Aux yeux de certaines personnes, cette production d'eau est une *multiplication*, et une matière qui se multiplie est *vivante*.

Cependant, les théoriciens ont compris qu'il pouvait être dangereux de définir la vie par la seule multiplication d'une substance. Pour sauver la vraisemblance, ils épiloguent sur la rapidité de la réaction pour dire qu'elle n'est pas vitale.

Il n'en est pas moins constant qu'il y aurait lieu de classer l'eau et les divers corps minéraux autocatalyseurs dans la catégorie des substances vivantes, ou, bien plutôt, de renoncer, une fois pour toutes, à définir la vie par des processus chimiques même autocatalytiques.

Le malheur est que chacun cherche les origines de la vie dans son domaine, physique, chimique, zoologique, botanique ou physiologique, en l'abstrayant de tous les autres et, surtout, en négligeant l'étude objective de la matière vivante.

*
* *

Si cela était dans nos possibilités, un procédé simple et rationnel d'étudier les êtres primitifs serait de les

chercher dans les terrains géologiques des époques où ils vivaient.

Les roches anciennes ne conservent, malheureusement, pas leurs vestiges, et l'on se heurte à un obstacle qui tient à la force des choses, plus qu'à la faiblesse de nos moyens d'investigation.

Les terrains, vases et sables des mers primitives, où vécurent les premiers êtres ont été enfouis dans les profondeurs, métamorphisés et laminés, au cours des périodes géologiques successives ; ils ont été transformés en roches compactes et cristallines (gneiss, etc.). Il en fut de même, du reste, des premières terres exondées, dans le sol desquelles certains préfèrent voir le berceau primitif des êtres (Osborn).

Dans ces roches, plusieurs fois recristallisées, sans doute, qui forment les plus anciens terrains connus (Sibérie, Finlande, Amérique du Nord), on rencontre parfois des nodules charbonneux ou graphitiques que l'on interprète comme des restes de végétaux. Ils prouvent que la vie existait déjà, depuis des temps difficiles à évaluer, lorsque les couches fossilifères actuellement observables furent déposées. Peut-être leur durée est-elle égale ou supérieure à celle qui les sépare de l'époque actuelle? Cette destruction des formes vivantes remonte, du reste, jusqu'à une phase avancée de l'évolution organique, puisqu'à la base des terrains cambriens, on trouve déjà des représentants de la plupart de nos grands groupes actuels.

La science paléontologique nous fait défaut au point précis où elle aurait le plus d'intérêt pour nous ; elle ne nous apprend rien sur les types organiques primordiaux. Il est pourtant intéressant de remarquer que les squelettes siliceux de Radiolaires précambriens, découverts par M. Cayeux dans les phtanites de Lamballe, présentent des caractères structuraux rappelant des

faits que nous avions déjà signalés chez certaines formes actuelles. Un des exemplaires figurés montre des logettes hexagonales qui, avec une imprégnation différente (silice), rappellent ce que nous avons vu dans la couche moyenne du test de l'Arcelle. On semble donc en droit de penser que, dès les temps les plus reculés où l'observation puisse porter, le sarcode présentait une organisation comparable à celle d'aujourd'hui.

*
* *

La difficulté de l'étude des êtres primitifs tient, naturellement, à la complication inhérente à un tel sujet. Cela est d'autant plus regrettable qu'une seule observation objective primerait largement toutes ces vues de l'esprit qu'on voit s'élever de tous les points de l'horizon.

Pour éluder une telle difficulté, la solution la plus pratique serait, sans doute, de s'évertuer à se rapprocher de l'objectivité, dans les limites du possible.

Dans ce but, l'étude soigneuse et méthodique de la constitution et de l'évolution, dans tous leurs détails, des plus humbles formes vivantes ne saurait manquer de fournir des renseignements utiles. Peut-être même cela permettrait-il de mettre en lumière leurs similitudes et dissemblances comparatives, avec l'ordre de leur apparition, au point de jeter une lumière intéressante sur les premières espèces vivantes.

Ces études comparatives donnent, du reste, par elles-mêmes, des résultats intéressants. Quelques exemples l'établiront.

L'individualité des êtres inférieurs est tenue, par une foule d'auteurs, pour une propriété primitive et originelle, découlant de leur mode de genèse (cristallisation) et s'atténuant par l'évolution ascendante, qui les

intègre progressivement dans le corps des Métazoaires.

Mais si, au lieu de s'appuyer sur l'évolution des cellules des Métazoaires, qui sont des *éléments de structure*, on observe les Protozoaires, dans leur ensemble, il apparaît bien qu'on assiste à un processus différent de celui qui est indiqué ci-dessus. En effet, l'individualité paraît diminuer, à mesure qu'on s'approche des états les plus inférieurs et qu'on observe des formes plus élémentaires, de sorte qu'aux derniers degrés de l'échelle organique, il peut devenir délicat d'en déterminer la limite et la valeur. Selon toute apparence, elle doit être plus ou moins près de la nullité, aux états primordiaux.

Parallèlement à l'évolution qui vient d'être esquissée, les propriétés vitales et les organes eux-mêmes s'estompent plus ou moins, à mesure qu'on se rapproche des échelons les plus humbles du règne organique ; les apanages de la vie sont de moins en moins apparents et se dérobent par gradations insensibles. Les choses se manifestent comme si rien de ce qui tombe sous nos sens n'était primitif, mais que tout soit acquis par une évolution progressive, comme si la genèse de l'organisation, commençant par rien ou par peu de chose, était le résultat d'un développement complicateur laborieux et continu. Cette constatation établit que, si minime que paraisse une spécialisation, elle n'en est pas moins le résultat d'une longue évolution.

La question de savoir en quoi peut consister l'être initial, dépouillé de ses attributs vitaux apparents et réduit à sa plus simple expression, est pleine de mystère.

Est-ce une simple particule matérielle, sans individualité perceptible, sans organes visibles, sans forme ni volume définis, composée d'albuminoïdes complexes

et colloïdaux, peu stables et riches en propriétés chimiques et autres ?

Au principe, il semble qu'il n'y ait eu, ni différenciations, ni organes, rien qu'une organisation toute élémentaire, sur laquelle se sont greffés les développements ultérieurs.

Des organismes aussi schématiques ne sauraient paraître très éloignés des produits de l'acte générateur initial, origine de la vie universelle.

Il serait peut-être intéressant de fixer les traits communs, pouvant exister entre nos organismes théoriques et les substances naturelles les plus analogues, se trouvant sur notre planète, mais non animées du souffle vital.

Ces deux sortes de corps doivent être apparentées, au moins, par leurs caractères négatifs de simplicité, et les dissemblances tangibles qui peuvent les séparer sont, sans doute, bien peu de chose. Lorque la vie est réduite au point de n'avoir plus rien qui s'impose aux sens, son absence totale ne saurait produire un grand vide.

Il se peut donc qu'il existe ou ait existé, dans la nature, des matières non vivantes, rappelant les êtres élémentaires, et peut-être capables de s'animer, sous l'influence des concours nécessaires. Il y aurait des matières *prévivantes*, de nature minérale, parallèlement aux corpuscules vivants élémentaires.

L'esprit humain pourrait se sentir attiré vers cette solution, simple et élégante, de s'en tenir, comme origine de la vie, aux substances prévivantes, mais vivifiables par des réactions propices, voire exceptionnelles.

Mais la controverse n'en serait pas close pour cela, ne fût-ce que parce qu'il n'a jamais été constaté que de telles productions existent ou n'existent pas. Sur le ter-

rain scientifique, le mieux est de s'en rapporter aux seules réalités ; les théories, sans les faits, sont de l'artifice.

Au surplus, ce point de vue soulève d'autres difficultés.

C'est ainsi que se pose la question de savoir si le sarcode est vivant en vertu de sa composition chimique ou colloïdale, ou si celle-ci peut exister sans la vie, et, dans ce cas, quel est l'élément, d'une autre essence, qui peut la vivifier.

Il est vrai que cette question est généralement résolue, implicitement ou explicitement, dans le sens de la première alternative. Mais c'est là une façon un peu désinvolte de supprimer la grosse difficulté, en la tenant comme résolue. Trop souvent, les faits sont compris comme si l'être vivant était un composé matériel, différant essentiellement des autres corps, par sa complexité, et comme si la vie primitive n'était qu'un phénomène essentiellement chimique d'entretien (absorption, assimilation, désassimilation).

Mais ce n'est là qu'un des aspects apparents de la vie. Il y a la sensibilité, la motilité, l'individualité, l'organisation, l'évolution, qui sont tout aussi essentiels.

Du reste, le chimisme lui-même est bien différent de celui de la matière brute (puissance synthétique, etc.).

Si la vie était simplement fonction d'une composition chimique complexe, elle ne comporterait que les propriétés matérielles primitives, exaltées sans doute, c'est-à-dire les propriétés minérales connues, et la chimie organique serait le refuge ultime de la génération spontanée naturelle des êtres. Dans ces conditions, il serait vraiment légitime d'entretenir l'espérance qu'une synthèse heureuse puisse, prochainement, nous dévoiler

l'organisme fondamental et originel, dans sa simplicité primordiale et sa nudité originelle, ou, si l'on préfère, dans le simple appareil d'un albuminoïde à caractères vitaux, inséparables de son état et ne disparaissant qu'à la mort.

C'est du simplisme, dans l'acception du mot.

Certes, les propriétés vitales s'estompent, chez les formes simples. Mais ces dernières n'en sont pas moins distinctes des corps bruts. Elles portent la marque de la vie, sans aucune confusion possible.

Il n'est pas établi que la matière puisse être vivifiée, ni qu'une réaction chimique soit en état de fabriquer des organismes de constitution définie, si élémentaires qu'ils puissent être, ni qu'elle soit capable d'improviser des faits vitaux, produits d'une évolution. Il est des matières complexes, d'origine synthétique ; mais elles ne sont pas vivantes. Si l'on veut des êtres vivants, il est indispensable de s'adresser à des parents vivants. Cela revient à dire qu'à la rigueur, on peut fabriquer des aliments médiocres, sans vie, mais jamais d'êtres vivants.

Dans cette controverse, qui est faite d'ingénieux jeux de l'esprit, mais non de véritable science, on perd un peu trop de vue que, si en chimie rien ne se crée, il en est de même en biologie.

La science courante nous enseigne qu'aux âges initiaux, notre planète se trouvait à l'état de fusion ignée, de sorte qu'on ne saurait croire que la vie y a existé de tout temps. Elle y a donc eu un *commencement*.

Nous ne sommes pas sans comprendre toute l'importance des nécessités philosophiques. Cependant, s'il devait arriver que ces nécessités soient une chose et la vérité une autre, nous n'hésiterions pas à tenter un effort de conciliation désirable.

Si l'évolution phylogénique n'est pas une fiction et si les faits d'observation ne nous induisent pas en faux jugement, il semble bien que des êtres vivants aient dû apparaître, à un moment donné, sur notre planète. Ceci peut être considéré comme un fait.

Ces êtres vivants dérivaient-ils de substances prévivantes, par l'acquisition d'une vie élémentaire ?

Ainsi serait prouvée l'existence de matières capables de s'animer !

Sans doute, ces avant-coureurs de la vie existaient-ils sous la forme concrète de substances amorphes, complexes, sans formes ni différenciations, en manifestant les propriétés inhérentes à leur état matériel. Vivifiées par un acte encore obscur, ces substances amorphes ont-elles changé d'état ?

Quelles qu'elles fussent, il est à présumer que leur constitution était d'abord irréductible, comme *substance chimique* et comme *organisation morphologique*.

A partir de la vivification, ces deux facteurs ont dû marcher de pair, dans la voie des complications, vers les sommets organisés.

Le sarcode des êtres vivants a une constitution moléculaire très complexe et caractéristique de la vie. Cette composition chimique paraît insuffisante, par elle-même, à entretenir la vie. Il semble improbable, d'autre part, que la matière inerte soit apte à être vivante par la simple exaltation de ses propriétés normales, ce qui peut se rendre par l'affirmation que *tout corps naturel est vivant ou ne l'est pas*. Aucune espèce, minérale ou organisée, n'autorise à penser autrement.

Le sarcode présente aussi une organisation morphologique qui est, elle-même, caractéristique de la vie et qui est réalisée d'après un plan sans relation absolue avec la constitution de la matière, en général.

Cependant, le fonctionnement de ces deux éléments est complémentaire et leur dépendance est réciproque. En d'autres termes, la matière vivante normale ne se trouve bien conditionnée qu'avec une organisation nécessaire, et, inversement, cette dernière ne fonctionne normalement qu'avec la matière qui lui convient. L'un est le complément nécessaire de l'autre.

L'organisation morphologique du sarcode est ce qui assure son fonctionnement vital. Elle permet et assure la vie. Les corps de tous ordres ont des propriétés bien connues. Ils ne les perdent ordinairement pas si on les remue ou si on change leur forme. Mais un corps vivant n'est pas manipulable comme un produit chimique. Brassé ou écrasé, son organisation est détruite et il meurt ; les altérations de la structure entraînent la cessation des fonctions. Si la matière vivante n'était pas organisée, il n'en serait peut-être pas de même. Du reste, sans structure, tout fonctionnement semblerait devoir être torpide.

Dans le domaine minéral lui-même, tout fonctionnement exige une organisation préalable. Mais là, c'est la main de l'homme qui dirige. Dans la nature vivante, cette organisation est naturelle.

Les propriétés minérales, partage naturel des corps bruts, manifestent une continuité qui ne se retrouve pas dans les phénomènes de la vie.

Les propriétés vitales, d'une autre nature, sont des faits nouveaux, fruit d'une organisation naissante, surajoutés aux premières et coexistant avec elles. Il ne s'agit donc pas d'une amplification pure et simple de propriétés minérales, mais d'une genèse graduelle de propriétés d'une autre nature (1).

(1) La foi robuste qui ne craint pas de transmuer des propriétés

Une comparaison banale fixera cette pensée. Un ballon est fait d'une étoffe caoutchoutée qui a ses propriétés matérielles intrinsèques. Sa force ascensionnelle est un phénomène d'un autre ordre, qui n'a aucune parenté avec ces dernières. Ce n'est pas une propriété matérielle primitive développée, mais un véritable fait nouveau, qui résulte d'une organisation visant un but particulier.

Il résulte de ce qui précède que tout corps vivant a besoin d'une organisation et que l'expression de *matière vivante* est compréhensive, en ce qu'elle implique l'existence d'une constitution définie.

Les propriétés vitales ne semblent pas gênées par les propriétés ordinaires de la matière. Elles se surajoutent à celles-ci et se développent d'une évolution lente et progressive. Pendant que les dernières semblent immuables, comme durée et comme action, les premières, au contraire, offrent, dans leur fonctionnement, les rythmes de la vie.

Les plans d'organisation sont d'une essence qui correspond, sans doute, aux besoins fonctionnels. Pour les comprendre, il serait nécessaire de connaître parfaitement les principes des choses. Ces connaissances restant obscures, on se trouve dans l'impuissance d'analyser le

matérielles permanentes en propriétés vitales directrices et variables, vient en droite ligne de certaines vues philosophiques. Cherchant à tout expliquer par le connu, leurs auteurs s'efforcèrent d'attribuer à chaque ordre de phénomènes des causes précises, à l'instar, quelque peu, des explications mythologiques qui imputent à chaque fait son dieu efficient et explicatif. Pour parcourir son cycle normal, le corps vivant se suffit à lui-même, sans le concours d'hypothèses, dont le moindre tort est de ne faire autre chose que de reculer les difficultés. L'organisation assure le fonctionnement par une utilisation convenable des forces naturelles. Il ne paraît pas indispensable de conférer à la science une allure abstraite, en y introduisant des notions qui n'expliquent pas grand chose ou qui soient souvent mêmes plus obscures que les phénomènes qu'elles prétendent expliquer.

pourquoi des faits et réduit à adopter des hypothèses qui sont le plus souvent des trompe-l'œil (idioplasma, déterminants, évolutions colloïdales, causes internes, etc.).

*
* *

La question des débuts de la vie ne doit pas être envisagée à un unique point de vue ; aucune lumière n'est de trop pour contribuer à la faire connaître.

Si ces débuts consistaient simplement en une composition compliquée de la matière, les conséquences en seraient directes. Il y aurait évolution progressive et complicative des propriétés matérielles ordinaires, complétée par une organisation morphologique progressive et adaptée à ces modalités. Ainsi existerait une sorte de passage, de transition, entre les règnes minéral et organique.

Le passage, par gradations insensibles, entre les corps bruts et animés, se saisit mieux par la lecture des livres que par l'observation de la nature. Il n'est pas une seule énonciation imprimée qui soit une véritable précision et qui puisse servir de référence. Raphaël Dubois qui affectionnait ces visions globales, n'a jamais jugé à propos de nous indiquer, malgré nos questions, sur quels faits précis il basait ses généralisations, ni même où il observait des choses de si lointaine portée. L'imagination peut être mauvaise conseillère, car il est plus facile de suivre ses impulsions que d'étudier des faits difficiles. Dans l'état actuel de nos connaissances, on peut dire qu'en dehors de spéculations sans objet précis, la nature entière paraît s'opposer à des intuitions théoriques qui, pour avoir une visée générale, n'en sont pas moins infirmées par les faits journaliers.

Tout corps naturel est nettement et indubitablement l'un ou l'autre, vivant ou brut, et ne montre aucun pas-

sage douteux, aucun état qui puisse faire hésiter sur sa véritable place dans la nature.

Si l'on désignait des formes intermédiaires entre les minéraux et les êtres vivants, si tout ce qui existe n'était pas distinctement vivant ou brut, ce serait encore une raison pour qu'on pût supposer que la vie est un phénomène purement chimique, indépendant de l'état morphologique de la matière. Cette conception serait avantageusement complétée par la notion supplémentaire qu'une matière d'une complexité suffisante et définie serait vivante par le fait de cette constitution. Ce serait là une doctrine complète expliquant, à elle seule, le grand mystère de la nature.

Cependant, si la complexité devait ne pas suffire pour susciter la vie, d'emblée, il deviendrait nécessaire d'évoquer une inconnue redoutable, sous la forme d'un fait de vivification, qui, par la force des choses, serait la pierre sur laquelle reposerait tout l'édifice. Il y aurait ainsi la matière vivifiable et la matière vivifiée, l'une purement chimique et l'autre frémissante d'un souffle nouveau. Quelle serait la nature de cette dernière entité ?

Si l'on ne veut pas admettre que la vie a existé de tout temps, comme la matière et l'énergie, l'on en est bien réduit à se contenter d'un genre quelconque de vivification d'une matière d'abord sans vie.

Duclaux admet une lente évolution à trois étages, chimique, puis colloïdale et, enfin, morphologique, qui correspondraient *aux trois échelles de structures emboîtées* des êtres vivants.

Son premier cycle, chimique, peut se rapporter à nos matières prévivantes, dont l'esquisse peut, du reste, correspondre à toutes autres hypothèses, banalisées ou non.

Ce seraient des albuminoïdes colloïdaux, très complexes, peu stables et riches en propriétés, qui, dans des circonstances plus ou moins exceptionnelles, ont pu se trouver soumises à des actions physico-chimiques intenses et subir des combinaisons variables, les unes complicatives, les autres désagrégatives. Il est possible aussi de concevoir que ces matières aient pu s'unir à des substances semblables à elles-mêmes, ou à des liquides appropriés, pour contrebalancer l'effet perturbateur des agents de destruction ou se maintenir dans quelque vague équilibre de masse. Ainsi a pu s'établir une possibilité d'entretien, aux dépens des substances voisines, une puissance d'assimilation des matières aptes à maintenir leur équilibre constitutif. Les faits de récupération, d'abord irréguliers et occasionnels, ont pu se régulariser, se stabiliser et devenir plus efficaces, au point d'entraîner une augmentation de masse.

Il n'en faut pas plus pour que se trouvent réalisées les conditions d'une sorte de *Vie élémentaire*, telle que d'aucuns la conçoivent. Cette vie rudimentaire se manifeste ainsi sous les apparences d'un processus essentiellement chimique. Elle est le fruit d'une conception spéculative, hypothèse pure née sous la pression de la nécessité, qui découle d'un échafaudage plausible, mais ne tenant compte que de l'une des apparences de la vie et méconnaissant délibérément d'autres faits qui en sont tout aussi inséparables.

*
* *

La rédaction de telles hypothèses facilite et avantage leur présentation ; elle les montre sous un aspect plausible. Mais, si l'on veut bien réfléchir aux faits concrets envisagés, l'ensemble se complique singulièrement, et leur acceptabilité en est amoindrie.

Dans ces conditions, au lieu d'édifier un ensemble incontrôlable, ne serait-il pas plus rationnel de recourir à des faits microscopiques effectifs, précisions existantes, capables de guider vers une direction qui n'a plus rien d'hypothétique.

L'étude microscopique de la matière vivante montre qu'elle n'est pas homogène. Elle présente des aspects assez variés, qui tournent cependant dans un cercle défini. En dernière analyse, elle se laisse ramener à une accumulation de petits éléments fondamentaux, de dimensions généralement très petites, qui se développent de façons variables et revêtent les aspects les plus divergents. Là, l'élément primordial semble être un corpuscule vésiculaire.

Ce genre de vésicules existent partout dans les cellules vivantes. Leur couche superficielle, plus résistante, simule une enveloppe protectrice, qui garantit un contenu plus fluide. Des échanges osmotiques entre le milieu ambiant et le contenu liquide permettent la nutrition et établissent un état de turgescence.

Si de tels éléments ont existé d'abord dans la nature, ce qui est peut-être probable, ils ont eu besoin d'une *ambiance favorable*, comme les éléments actuels, et il se peut que ce soit là une grande difficulté.

Des vésicules de ce genre ont pu exister à l'état d'êtres primordiaux, et c'est ainsi qu'on pourrait entrevoir l'origine de la vie.

Ces *présphérules* auraient l'avantage de ne pas nécessiter l'admission de combinaisons entre des substances prévivantes et d'autres corps, mal définis, combinaisons qui eussent pu être brutales et dolosives. La turgescence sphérulaire, de par la compression qu'elle exerçait, ne pouvait qu'être modératrice des réactions chimiques. De plus, la division et la dissolution des substances acquises par endosmose ne pouvaient con-

courir qu'à des actions particulaires, incapables de léser la constitution morphologique des éléments. Ici, les courants centripètes, nourriciers, et les courants centrifuges, évacuateurs, sont autre chose que de simples réactions, par contact brutal. Leur ensemble découle d'une organisation.

Mais de telles vésicules, pouvant être comparées aux avant-coureurs de la vie, sont autre chose que de simples utricules. Le plus souvent on y discerne une région centrale, plus chromophile que le reste, qui paraît douée d'une vitalité supérieure. De cette région centrale, des tractus radiaires vont à la périphérie. Ils confèrent à l'ensemble une solidité plus grande. L'obscure vitalité de ces vésicules peut se modifier, par exemple, par la poussée d'un filament locomoteur ou par toute autre modification.

Il est certain que les idées ci-dessus esquissées ne sauraient être tenues pour une histoire véridique et détaillée de l'origine des êtres vivants. Si elles en fixaient un petit point, ce serait déjà un mérite. Quoiqu'elles n'en soient qu'un tracé épisodique et unilatéral, elles ont cependant cette énorme supériorité, sur toutes les autres, de n'être pas une simple combinaison intellectuelle. Ce que nous avons décrit, nous l'avons vu, et nous pouvons le faire voir, quand cela nous conviendra. Ce sont les traits fondamentaux de ce qui est actuellement vivant, c'est l'image de l'organisation physiologique et de la personnalité morphologique, car la vie ne dépend pas seulement de l'ensemble des propriétés vitales fondamentales, mais aussi des organisations matérielles indispensables pour en assurer le fonctionnement.

Les corps bruts qui se combinent n'ont pas de forme précise et nécessaire.

Quelles que soient les actions chimiques qui se passent

dans les corps organisés, leur morphologie ne varie pas. Il s'y passe une foule d'actions partielles et infimes, incapables d'affecter leur constitution générale. La vie apparaît, à ce point de vue, comme un *état d'équilibre nouveau, de stabilité globale*, dissimulant une activité interne incessante.

Deux corollaires découlent de cette vérité : 1° Il n'y a pas de *matière vivante*, mais seulement des *êtres vivants* ;

2° Le fond des grands différents biologiques gît dans une rivalité entre l'*entité morphologique* et l'*entité chimique*, entre l'*élément morphologique* et sa *substance constitutive*.

CHAPITRE IV

LE SARCODE

L'étude morphologique de la matière vivante n'est pas obscurcie par les seules difficultés inhérentes à sa manière d'être, mais aussi par une terminologie touffue et imprécise des éléments qui la constituent. Les chercheurs y retrouvent, les uns après les autres, les éléments qui ont déjà été vus, décrits, figurés et nommés par leurs prédécesseurs. Mais il n'est pas rare qu'ils croient devoir leur donner des noms nouveaux, soit par suite d'une érudition insuffisante, soit pour satisfaire des visées spéciales et peu glorieuses.

La substance constitutive des êtres vivants, vue au microscope, est translucide ou transparente, assez peu réfringente, grisâtre et d'aspect brouillé ; parfois elle est pigmentée. De plus, elle a quelque chose de spécial qui permet de la reconnaître. Il se peut qu'elle ne semble rien montrer qui puisse être tenu pour une organisation véritable ou même confuse, notamment, dans les conditions où on l'observe d'ordinaire. Cependant, dans une infinité de circonstances, on y discerne, dès l'état vivant, une constitution générale remarquable et caractéristique.

Après la mort, sa réfringence normale diminue sensi-

blement ; il s'y manifeste une sorte d'affaissement, de tassement, bien différent de la turgescence de l'état vivant. Les faits d'organisation y deviennent, eux aussi, moins apparents et moins nets.

La substance vivante porte plus d'un nom.

Les premières observations qui aient paru sur elle émanaient de Dujardin (1835) qui l'a nommée *sarcode*. C'est donc là son nom légitime et unique.

En 1840, Purkinje désigna, sous le vocable de *protoplasma*, la substance constitutive des embryons des animaux.

Six ans après, le botaniste allemand Hugo von Mohl s'est emparé de ce terme pour l'attribuer au contenu vivant des cellules végétales. Par inadvertance ou par méconnaissance des règles de la nomenclature, cet auteur s'est approprié un mot qui ne lui appartenait pas pour désigner une substance qui était déjà nommée. Et encore, ce nom avait-il seulement l'avantage d'être plus approprié ?

Pour Dujardin, le sarcode consistait en une sorte de mucus diaphane, amorphe et troublé par la présence de granulations. C'est cette substance fondamentale inorganisée qui lui paraissait suffisante pour assurer le fonctionnement vital.

Mais le mot de protoplasma consacre une conception tout aussi inadmissible. Il est aussi impropre qu'illégitime. Il implique une absence effective d'organisation, attendu qu'il constituerait l'élément morphologique primordial et fondamental des corps vivants, au-dessous duquel aucune structure n'existerait. C'est en le tenant pour le dernier terme de l'organisation que Huxley l'a taxé de *base physique de la vie*.

Le monde savant de l'époque suivit sans résistance l'impulsion donnée par Hugo Mohl. Aujourd'hui, le

faux nom de *protoplasma* est le seul connu (1), même dans la patrie de Dujardin !

De ce que le mot de sarcode implique une conception erronée, il n'en est pas plus légitime de le repousser, surtout en faveur d'une appellation tout aussi impropre. Des arguments de cet ordre ne sauraient entraîner une répudiation légitime. Nous savons qu'il est des Vertébrés sans vertèbres, des Echinodermes qui ne justifient nullement l'étymologie de leur nom, etc., sans que l'on ait cru devoir changer leurs dénominations. Si l'on remplaçait tous les noms que les progrès de la science ont rendu impropres, l'on inaugurerait une sorte de travail de Pénelope aussi puéril qu'injuste. Cela aboutirait presque à renouveler le vocabulaire scientifique tous les vingt ans, au prix d'une confusion inextricable, suivant les opinions et les ambitions des auteurs, pour voir recommencer sans fin le même bouleversement. Les règles de la nomenclature sont sages et justes en attribuant à chacun ce qui lui appartient et en opposant aux novateurs une barrière contre les empiètements. Les congrès de Paris et de Moscou ont solennellement confirmé et renouvelé ces prescriptions.

D'une façon générale, modifier les noms donnés par les travailleurs est chose délicate et communément illicite. Il n'est pas juste de frustrer l'ouvrier de la première heure au bénéfice du tard-venu qui tente de se glisser à sa place, sous le couvert d'une mutation de nom. La valeur d'une dénomination ne dépend pas des appréciations ou des convoitises d'autrui. S'il en était autrement les malveillants, les avides, les étourdis

(1) Au cours du conflit de 1914, un petit nombre d'auteurs français reprirent le terme de sarcode, dans leurs publications. Il est à croire que l'emballement patriotique les poussait plus que la logique scientifique, car, depuis l'armistice, l'on a eu la surprise d'en voir, et non des moindres, revenir à l'appellation de protoplasma.

auraient trop beau jeu. Les collectivités scientifiques, étant humaines, ont les petitesses et les impulsivités des foules. Il s'y crée des courants, bienveillants ou non, sans relation évidente avec la science, et l'esprit de parti fausse toute saine vision des choses. Il serait vraiment trop commode de pouvoir passer l'éponge, purement et simplement, sur les travaux convoités, pour se créer une notoriété d'occasion. Trop souvent, il arrive qu'un isolé, publiant une découverte, ne récolte que des dénégations, aussi bien de la part de ceux qui n'ont rien su voir que de la foule des incompétents. Mais, si la découverte se confirme, les négateurs ne se tiendront pas pour battus. Ils ne manqueront pas de trouver un nombre variable de prétendus prédécesseurs, plus ou moins authentiques, et accorderont le mérite de l'œuvre à tout autre qu'à celui qui a vaincu les véritables difficultés. Il est des audacieux qui sont plus habiles encore. Sous le couvert de quelques petites recherches similaires et intéressées, ils publient des dénominations inédites, comme s'il s'agissait de trouvailles nouvelles ; ils acquièrent ainsi le mérite de la découverte, aux yeux du public. Il n'est pas douteux que des manœuvres de ce genre vicient les règles de la nomenclature et jettent un voile sur la loyauté scientifique.

Certaines personnes affichent une tendance à négliger les observations de microscopie fine. Elles s'excusent quelquefois de cette indifférence en affirmant que la connaissance de la structure du sarcode ne fait pas comprendre son fonctionnement physiologique et qu'elle est donc sans utilité pratique.

S'il en était réellement ainsi, il n'y aurait là rien d'exceptionnel. Il n'est pas sans exemple que l'aspect d'un instrument n'en fasse pas connaître le fonctionnement. Les faits anatomiques n'enseignent pas toujours

la physiologie ; la dissection d'un estomac n'est pas de nature à révéler l'action de la pepsine, pas plus que la vue d'un microbe n'en fait connaître les propriétés pathogènes. Le rôle du physiologiste débute où finit celui de l'anatomiste. C'est la sagacité du premier qui fait fructifier les notions acquises par le second. Quoique l'anatomie n'éclaire pas toujours la physiologie, nul n'en conclura, sans doute, à l'abandon des études morphologiques au bénéfice de ce qui se comprend à première vue.

Pour en revenir à l'histoire du sarcode, rappelons que les premiers chercheurs le tenaient pour un mucus sans organisation, tenant en suspension des granulations plus ou moins nombreuses.

De nombreux auteurs ont disserté successivement sur le même sujet et se sont ralliés à une interprétation similaire, avec une terminologie variable (*boue protoplasmique* de Sachs, etc.). De nos jours encore, la plupart des compétences affirment une opinion plus ou moins identique.

C'est que cette conception, aussi simpliste que singulière, s'est transmise, en quelque sorte de main en main, à travers les âges, comme une tradition, et qu'en 1879 encore, Bütschli consacrait à sa gloire une démonstration rigoureuse, voire autoritaire. L'erreur était bien servie.

Lorsqu'en 1880, nous avons inauguré nos premières recherches, cette manière de voir était l'expression du sentiment général, de la vérité officielle, intangible et indiscutable. Au surplus, cette opinion, bien stabilisée, a résisté aux morsures du temps qui pourtant ne respecte pas grand chose, pas même la vérité, et, dans les travaux récents, le public peut encore lire que le

sarcode est une substance d'aspect homogène, saupoudrée de granulations diverses !

Certains auteurs (Branca) ont cependant adopté une manière de voir un peu moins tranchante. Ils pensent qu'à l'état jeune, la matière vivante est amorphe, sans aucune structure, mais que, par la suite de l'évolution, le stimulant des fonctions peut lui faire acquérir des constitutions diverses, permanentes ou fugitives, et plus ou moins caractérisées, de sorte que ses structures seraient les suites de ses activités vitales. Branca pourrait se remémorer que l'œuf, dénué de toute différenciation, montre des radiations sarcodiques, et que l'aster certifie la structure.

Les traités classiques, destinés à la jeunesse, semblent quelquefois éprouver des difficultés à définir d'une manière précise les caractères distinctifs du sarcode.

Il est vrai que ses caractères physiques et chimiques ne possèdent pas, à ce point de vue, une importance suffisante pour satisfaire aux nécessités d'une bonne définition, car ils se retrouvent ailleurs que dans les corps vivants. Le sarcode ne présente, en effet, aucun caractère physique qui soit son apanage exclusif et, étant un composé complexe, formé de substances organiques et minérales, ses caractères chimiques sont analogues à ceux de beaucoup d'autres corps albuminoïdes, dont plusieurs seront bientôt, sans doute, du domaine de la synthèse.

Ce sont ses caractères morphologiques et biologiques, seuls, qui lui confèrent sa personnalité (1).

(1) De ce que certains auteurs ont tenté d'assimiler, à la légère, la constitution du sarcode à celle de la mousse de savon (Bütschli), certains vulgarisateurs (Rémy Perrier) ont cru pouvoir appliquer, aux caractères morphologiques, le même raisonnement qu'aux caractères physiques et chimiques et conclure que, d'une façon

*
* *

En 1881, l'opinion scientifique, si l'on veut négliger quelques rares vues, soit spéculatives, soit incomplètes, était précise, ferme et bien assise. Les anciennes observations étaient incomprises et sans valeur.

On pensait que le sarcode était formé d'une substance fondamentale amorphe et plus ou moins fluide, contenant en suspension des granulations de dimensions, d'aspect et de natures diverses, ainsi que de significations imprécises, et montrant parfois des cavités accidentelles, variables et plus ou moins nombreuses ou des tractus divers, sans nature ni rôle définis.

Nos premières observations ont été faites en 1880 et publiées en 1881 ; elles marquèrent un désaccord tranché avec la vérité officielle.

Certes, nous ne contestions pas l'existence d'une substance qu'à plus ou moins juste titre on peut qualifier de fondamentale, parsemée de granulations diverses.

analogue, ils sont inaptes à servir à sa définition. Nous ne discuterons pas ici la valeur de tentatives d'imitation sans portée sérieuse, autour desquelles on a voulu faire un bruit aussi étourdissant que peu flatteur, en réalité, pour ceux qui y contribuaient. Nous nous bornerons à faire remarquer que c'est, au contraire, dans le domaine de la morphologie qu'on trouvera une des caractéristiques les plus tangibles de la vie. Du reste, les caractères biologiques, propriétés physiologiques et vitales, avec leur arrêt à la mort, viennent corroborer les faits morphologiques et confirmer pleinement les résultats de leur étude.

Les expériences de Bütschli furent fameuses entre les découvertes « sensationnelles ». En semblable occurrence, une foule de pèlerins a l'habitude de se rendre sur les lieux où l'événement s'est produit pour admirer *de visu*, et c'est à ce titre que des visiteurs de qualité accoururent des quatre points cardinaux, à Heidelberg, pour y admirer des émulsions savonneuses et autres. Si peu de gens ont tenu à voir la nature elle-même, il y a eu foule pour en admirer la plus infidèle des caricatures.

Mais nous y ajoutions d'importantes notions complémentaires, de nature à modifier de fond en comble la compréhension du sarcode. L'action des réactifs nous y décelait une organisation fondamentale, régulière et générale, faisant partie intégrante de son architecture. Outre les granulations banales, nous y trouvions des cavités régulièrement réparties, contenant des inclusions le plus souvent chromophiles, à présence constante et universelle, apparaissant sous l'action des réactifs colorants, mais de colorabilité et de consistance variables suivant les cas, l'âge, le stade fonctionnel, etc. Nous avons vu aussi que la substance fondamentale, loin d'être glutineuse et amorphe, était hautement organisée, sauf dans le cas de certaines exceptions. Enfin nous trouvâmes des éléments morphologiques à personnalité propre (vacuoloïdes, sphérules, etc.), de deux ou plusieurs sortes, jouant le rôle d'unités vitales élémentaires, concrètes et réelles.

En un mot, nos premiers travaux affirmaient la réalité d'une organisation effective du sarcode.

Les auteurs qui n'ont pas réussi à revoir nos structures, n'ont pas hésité à transformer leur geste d'impuissance en un argument aussi négatif que péremptoire !

*
* *

Ce fut un heureux hasard qui, en 1880, nous procura une abondante récolte d'Euglènes (*E. oxyuris*, *spirogyra*, *viridis*) et d'*Ambliophis*, dont nous fîmes de nombreuses préparations permanentes.

Au cours de ces manipulations, nous eûmes la main un peu lourde en administrant certain réactif colorant (hématoxyline), à l'une de ces préparations, de sorte que cette dernière fut surcolorée, au point d'en être noire.

Pour manquée qu'elle nous parut au premier abord, nous n'en eûmes pas moins la curiosité de l'examiner au microscope.

Aux petits grossissements, les Flagellés y apparaissaient comme des corps d'un noir massif.

Mais aux objectifs puissants, notre étonnement fut grand de voir leur coloration foncée se résoudre en une fine ponctuation, en une infinité de points sombres, répartis dans une substance plus claire.

Il est inutile d'ajouter que nous avons étudié, avec soin et persévérance, l'intéressant aspect qui se décelait à nous et que nous en avons noté les détails précis avec une minutieuse attention.

Nous avons fait appel aussi à un dessinateur professionnel, M. Jobin, attaché à la bibliothèque du Muséum, qui a exécuté, d'après nature, sous notre surveillance, la figure I. Celle-ci n'a été publiée par nous qu'en 1882. La figure II donne une sorte de schéma de la même constitution, et la figure III représente la partie antérieure du corps de l'*Ambliophis*.

La figure I représente, en même temps que notre structure du sarcode, les premières « mitochondries » qui aient été vues, décrites et figurées, avant le nom, avec ceci de particulier que celles-ci ont été vues, en 1880, avec une précision que certaines publications plus récentes ne semblent pas toujours s'être crues obligées d'imiter.

Après cela, nous avons retrouvé le même aspect avec d'autres réactifs, notamment avec le vert de méthyle, le picrocarmin, etc., et aussi chez d'autres espèces que les Euglènes (Cryptomonadines, etc.), sans qu'il y atteigne toutefois une acuité aussi tranchée. D'autre part, nous avons pu reconnaître que certaines méthodes, tenues aujourd'hui pour exclusivement bonnes, ne sont

pas aussi indispensables que d'aucuns le pensent pour la bonne vision des faits en cause ; elles peuvent la faciliter, il est vrai, mais elles ne sont pas sans présenter l'inconvénient majeur de ne point ménager

FIG. I. — *Euglena oxyuris*, montrant ses séries de points intratégumentaires. Ces inclusions sombres sont en séries, différant par leur aspect et leur visibilité (1882).

FIG. II. — Tégument du même schématisé.

certaines dispositions délicates et importantes, aussi bien des « mitochondries » elles-mêmes que de la substance qui les entoure.

Il convient de faire remarquer que, chez les espèces animales ci-dessus citées, les faits signalés, avec leur

aspect spécial, se localisent dans des assises sous-cuticulaires (1881), teintées en vert par de la chlorophylle et constituant une sorte de couche tégumentaire fine et compacte. Les premières « mitochondries » qui aient été signalées *sont donc produites dans le tégument.*

Aux grossissements insuffisants, l'aspect de ces couches n'est pas sans simuler, jusqu'à un certain point, une masse fondamentale contenant des corpuscules à

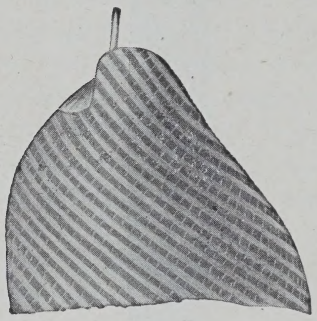


FIG. III. — Partie antérieure du corps de l'*Ambliophis viridis* schématisée.

FIG. IV. — Logettes tégumentaires en rangées rectilignes de *Phacus pleuronectes*. Les inclusions des logettes y sont en clair et les bandes longitudinales en sombre, pour la facilité du dessin.

colorabilité plus accentuée, ainsi que nous l'avons fait ressortir jadis. Il est la caractéristique des constitutions élémentaires ou très jeunes des téguments et aussi des *tissus élémentaires.*

Cette constitution se manifeste d'une façon significative. Régulière et partout identique à elle-même, elle s'observe dans toute l'étendue du corps et se retrouve chez les espèces les plus diverses. Ce sont là les caractères d'une véritable *structure.*

Les rangées sous-cuticulaires ont une direction générale *longitudinale.* Elles montrent cependant des ten-

dances différentes, selon que les espèces étudiées sont stables ou métaboliques. Chez les premières, elles sont rectilignes ; chez les secondes, elles sont spiralées, autour de l'axe longitudinal. Le *Phacus pleuronectes* (fig. IV) nous fournit un bel exemple de rangées rectilignes.

*
* *

Nos investigations ne se sont pas bornées à l'étude d'un nombre considérable de Protozoaires. Elles portèrent sur les groupes animaux et végétaux les plus divers, et partout elles décelèrent des faits plus ou moins comparables.

La substance vivante s'y montre avec des aspects similaires, n'excluant pas des variations souvent remarquables, mais susceptibles d'y être ramenées par l'étude de transformations, dont certaines sont bien connues. L'ensemble du règne organique paraît donc tributaire de ce genre d'organisation. A titre d'exemple, pour le règne végétal, on peut citer le *Pédiastrum*, dont l'assise sarcodique périphérique, située sous l'enveloppe de cellulose, est typique.

D'une manière générale, le sarcode jeune ou peu différencié se montre criblé d'une infinité de cavités, fort petites, régulièrement réparties, contenant des inclusions plus colorables et apparaissant donc en plus sombre (*C. R.*, 17 oct. 1881). Cette constitution est d'abord commune à tous les sarcodes, dans toute leur masse, et plus ou moins semblable partout. Elle se modifie diversement par l'évolution ultérieure.

La figure V représente un noyau de *Cryptomonas ovata*, dessiné en 1881, d'après nature, par Jobin et montrant ce genre de structure. On remarquera les élé-

ments superficiels, allongés en bâtonnets, et la multiplicité des nucléoles, dont un certain nombre est en voie de division.

Les minuscules cavités sarcodiques sont séparées les unes des autres par de la substance d'aspect plus clair, dont l'ensemble dessine un réseau continu, régulier ou singulièrement tourmenté, à mailles fines, dont le contenu s'en distingue par des affinités colorantes généralement plus accentuées et, du reste, variables (1).

Cette image réticulée est l'expression de la coupe

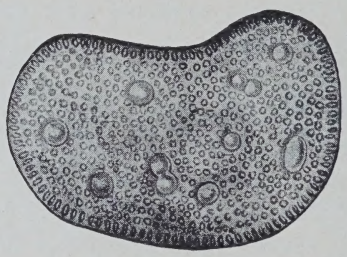


FIG. V. — Noyau de *Cryptomonas ovata*, avec son aspect vacuoloïdaire (1881).

optique de la substance qui sépare entre elles les petites cavités ci-dessus signalées, auxquelles nous avons donné le nom de *vacuoloïdes* plasmatiques. On y distingue, à la fois, une apparence réticulée et un aspect ponctué. Cependant, il n'y a là qu'un faux réseau et un faux aspect granulaire, puisque les mailles sont des cavités — occupées par des éléments colorables — et que les filaments réticulaires représentent ce qui les

(1) Il est entendu que nos descriptions ne comportaient que des indications générales, des explications *grosso modo* ; elles n'insistaient pas sur les détails, pour la simple raison que nous avions l'intention de développer aussitôt ces faits dans des mémoires spéciaux.

sépare ou les borde. Les cavités vacuoloïdaires ne sont pas de simples empreintes produites par les inclusions ; elles ont une existence autonome et une constitution définie.

Les éléments primordiaux du sarcode se multiplient par division, *in situ* ; ils mettent ainsi en relief leur nature définie. C'est cette reproduction qui paraît avoir pour effet d'accroître le sarcode.

A ses stades primordiaux, la matière vivante se prête à la controverse, plus ou moins, si l'on veut s'en tenir à des examens un peu superficiels, fait à des grossissements insuffisants et sans prendre les précautions nécessaires, ou si l'on en croit les schémas qui décorent beaucoup d'imprimés. Dans ces conditions, on peut la tenir, soit pour une substance plus claire, criblée de cavités ponctiformes, contenant des éléments plus colorables, ou soutenir qu'il y a là une masse fondamentale, parsemée d'infimes granules, régulièrement répartis.

Ce n'est là qu'un aspect primesautier, en quelque sorte, à vol d'oiseau, fondamental et originel, si on veut l'énoncer dépouillé de ses inévitables et innombrables complications, aspect qui se revoit chez l'adulte, dans ses traits fondamentaux. Nous en trouverons la portée effective et les caractères précis et analytiques dans la deuxième partie de ce livre.

Partout et toujours, la matière vivante normale est structurée. La vie n'y existe que corrélativement à son organisation. C'est là l'enseignement de l'expérience, mais aussi du bon sens. Il tend à montrer, une fois de plus, que la vie ne serait pas seulement due à l'exaltation (?) des propriétés fondamentales de la matière, telles que les font connaître la physique et la chimie, ainsi que certains le prônent, mais qu'elle constitue un

état nouveau, découlant de facteurs nouveaux, notamment, d'une constitution morphologique, qui fait défaut aux corps inertes.

La caractéristique la plus apparente de la vie est *un fonctionnement continuel*, et, *sans organisation, il n'y a pas de fonctionnement* et *donc pas de vie.*

*
* *

Il peut être intéressant de remémorer, succinctement et globalement, les conceptions des auteurs qui ont écrit sur le sarcode, les plus vulgarisées et les plus

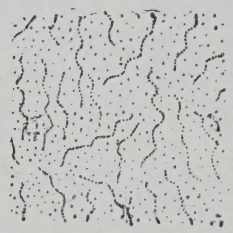


FIG. VI. — Schéma de la *Théorie granulaire* (Delage et Hérouard).

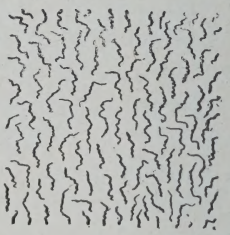


FIG. VII. — Schéma de la *Théorie fibrillaire* (Delage et Hérouard).

acceptées, si on veut, telles que Delage et Hérouard ont cru devoir les interpréter.

De nos jours et ceci d'une façon générale, on en est encore à la conception originelle de Dujardin, à peu de chose près. Le sarcode serait formé d'une masse fondamentale inorganisée, contenant des particules diverses.

Pour les uns, ces particules seraient de simples granulations, isolées ou groupées de multiples façons (*Théorie granulaire*) (fig. VI).

D'autres y ont vu des filaments diversement disposés (*Théorie fibrillaire*) (fig. VII).

Ces filaments peuvent s'entrecroiser, avec constance, et se souder entre eux aux points de confluence. Ainsi

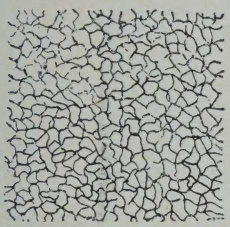


FIG. VIII. — Schéma de la *Théorie réticulaire* (Delage et Hérouard).

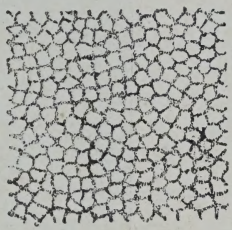


FIG. IX. — Schéma de la *Théorie alvéolaire* (Delage et Hérouard).

se formeraient des réseaux (*Théorie réticulaire*) (fig. VIII).

La masse fondamentale peut être criblée d'une infinité de cavités, à contenu chromophile (*Théorie vacuoloïdaire*).

Ces cavités peuvent être séparées par de très minces lamelles et ne contenir que des substances sans affinités électives et sans grande importance *Théorie alvéolaire*) (fig. IX).

FIG. X. — Schéma de la *Théorie aréolaire* (Delage et Hérouard).

D'autres vues ont aussi été publiées. Citons la *théorie aréolaire* (fig. X), etc.

La figure XI reproduit la constitution fibrillaire d'un œuf de Lapine, d'après Flemming, et la figure XII donne la constitution réticulaire d'un leucocyte, d'après Heitzmann.

Il est curieux de remarquer que les auteurs plus récents ne paraissent guère avoir retrouvé ces structu-

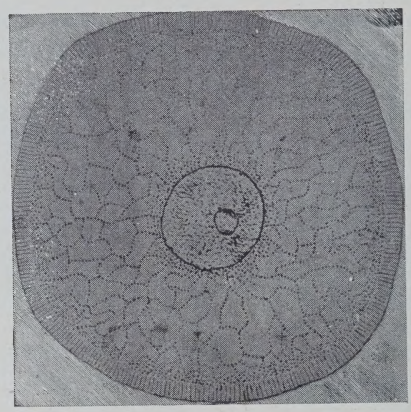


FIG. XI. — Constitution fibrillaire d'un œuf de Lapine (Flemming).

res sarcodiques, qui n'ont cependant rien de très dif-

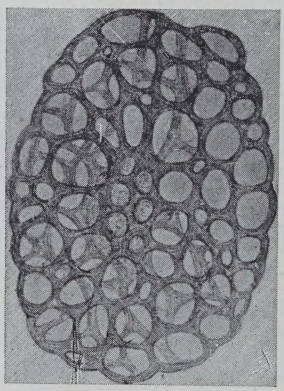


FIG. XII. — Constitution réticulaire d'un leucocyte (Heitzmann).

ficile à voir. Ils ne paraissent pas non plus avoir établi leur signification précise et réelle.

CHAPITRE V

LES SPHÉRULES

Une foule d'organismes et de cellules montrent la structure stable et compacte indiquée plus haut.

Par contre, la substance endoplasmique d'une infinité d'organismes inférieurs présente une constitution paraissant en opposition avec cet état stable. Notamment, les espèces de grande taille, qui vivent librement au sein des liquides, possèdent un endoplasme à caractères différents. Celui-ci apparaît ordinairement sous l'aspect d'un fluide, charriant des éléments divers.

L'humeur interne des Protozoaires est un fluide plasmatique hyalin, contenant une foule de granulations diverses, isolées ou agglomérées, grosses ou petites, pâles ou réfringentes et de toutes formes (voir la fig. LXII). En même temps, elle récèle une infinité de très petits éléments flottants, d'aspect variable comme de taille. Il en est qui sont d'apparence compacte. D'autres sont vésiculaires, constitués par une paroi enveloppante et un contenu homogène ou hétérogène. Fréquents sont les cas où on en voit de deux catégories, nettement distinctes par leurs dimensions et leur constitution, ou même de plusieurs sortes.

D'une façon générale, chez les très jeunes individus, tout l'endoplasme apparaît comme stable. Plus tard,

avec une rapidité qui varie avec les espèces, la région centrale de ces êtres se trouve soumise à une infiltration humorale pleine de conséquences et d'enseignements. Les éléments sarcodiques primitifs s'y dilatent

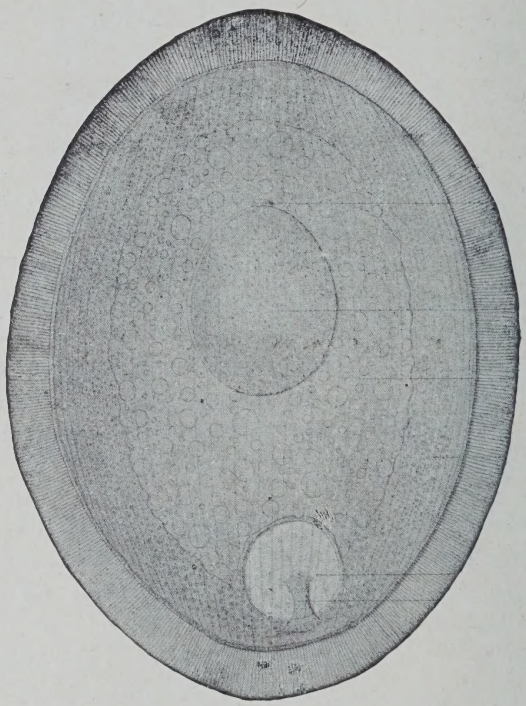


FIG. XIII. — Protophrya, vu de dos (Kofoïd).

plus ou moins, leurs parois semblent se libérer de toute adhérence, et l'on voit apparaître des vésicules flottantes. En un mot, il semble qu'il y ait là un travail de désagrégation, avec libération de vésicules, simples ou complexes, dans un liquide d'infiltration.

Ce processus montre des modalités assez variables avec les espèces observées. Il est des cas réguliers où

il débute au centre de l'organisme, pour s'étendre peu à peu à la périphérie, de façon que la couche corticale soit variable avec l'âge de l'individu, et que son épaisseur se réduise de plus en plus. C'est par ce procédé que peuvent se constituer l'*endoplasme* et l'*ectoplasme* des Infusoires, ce dernier pouvant montrer un diamètre notable ou être réduit à sa plus simple expression, c'est-à-dire à la couche structurée tégumentaire.

A ce point de vue, Kofoïd a publié de curieuses figures que le lecteur examinera avec grand intérêt. La figure XIII représente un *Protophrya*, vu de dos. On perçoit, par transparence, un endoplasme central et une large zone ectoplasmique. La figure XIV montre le détail de ces deux assises.

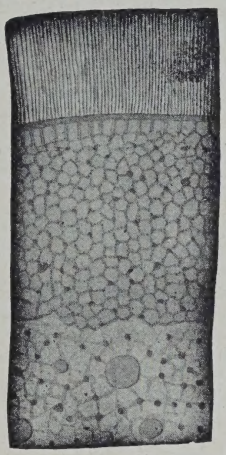


FIG. XIV. — Coupe optique d'une portion grossie du même (Kofoïd).

Les vésicules ainsi libérées se multiplient par division ; elles mettent en relief, de cette façon, leur nature définie. Du reste, les éléments des sarcodes stables se reproduisent aussi par division, *in situ*, et déterminent ainsi l'accroissement de ceux-ci (1). Après la mort, Münden les a vues vivre d'une vie libre !

(1) Les expériences de Bokorny ont mis en lumière la possibilité, pour le sarcode, de se liquéfier par dissociation vésiculaire. Dans les cellules végétales, les vacuoles sont entourées de parois propres, invisibles à l'observation directe. Une solution de 10 0/0 d'azotate de potasse les contracte et les détache du sarcode environnant, ce qui établit leur existence en tant que vésicules auto-

En résumé, la matière vivante est composée d'éléments vésiculaires, de vésicules plasmatiques élémentaires, unies en masses stables et compactes ou dissociées au sein d'une humeur organique et capables d'une vie migratrice autonome.

Nous avons dénommé ces dernières individualités primordiales, que nous avons vues les premiers, comme les précédentes, des *sphérules* plasmatiques.

*
* *

Les éléments primordiaux du sarcode, sphérules, vacuoloïdes, etc., sont doués de propriétés vitales. Ces propriétés assurent leur vie individuelle et leur perpétuation (nutrition, reproduction, etc.). Elles peuvent leur départir la possibilité d'assumer un rôle plus général. C'est ainsi que ces éléments arrivent à remplir des fonctions élémentaires adaptatives, dérivant d'évolutions dans des directions définies, ce qui constitue une véritable division du travail physiologique, condition nécessaire de la vie collective.

Le rôle fondamental et initial de ces organites fondamentaux découle de leur vitalité propre, qui satisfait aux nécessités de leur propre existence et de celle des éléments voisins (vie élémentaire). Les vacuoloïdes renferment des inclusions avides de colorants qui répondent, selon toute apparence, à ce but. C'est ce que nous avons compris dès 1882. Elles peuvent aussi développer et exalter des activités vitales spécifiques et d'intérêt plus général, qui leur confèrent un rôle physiologique plus élevé, ainsi que nous l'avons fait remar-

nomes H. de Vries a nommé cette paroi vésiculaire *tonoplaste*. Elle est contractile et peu perméable aux liquides ; elle peut servir de réservoir au suc cellulaire et grandir sous la pression du liquide interne.

quer autrefois. Ce n'est pas à dire, certes, que nous adoptions les affirmations courantes, d'après lesquelles nos éléments sarcodiques joueraient, sous d'autres noms qu'il est inutile de relever, le rôle sécréteur universel qu'on veut bien leur prêter : Ce sont là des intuitions purement imaginatives qui ne répondent pas à l'observation technique. Certes, il y a là un rôle sécréteur, mais dans des limites bien déterminées. Nos éléments ont d'autres directions d'action, et leur rôle est suffisant pour qu'il n'y ait pas lieu de les combler.

Ils constituent ainsi les formes figurées des spécialités fonctionnelles et portent le cachet propre de leurs fonctions.

Sphérules ou formations vacuoloïdaires, malgré leur caractère élémentaire, présentent donc déjà des différenciations nombreuses, aussi variées que leurs fonctions elles-mêmes, aussi multiples que les constitutions, les propriétés et les particularités des cellules qu'elles constituent. C'est dire que la « physiologie cellulaire » des auteurs devient une véritable « physiologie sphérulaire ».

Dès le début de nos observations sur le sarcode (1881), nous envisagions nos corpuscules primordiaux comme des éléments histologiques d'un ordre inférieur à celui des cellules, comme des entités morphologiques et physiologiques concrètes, jouissant d'une puissance évolutive personnelle, capables d'assimiler, de sécréter, de s'accroître et de se multiplier, au même titre que toutes les unités vivantes connues.

Envisagée à la lumière de ces faits, la cellule devient un groupe organisé complet, un véritable organe microscopique. L'on comprendra donc aisément que les théoriciens l'aient jugée trop complexe pour qu'elle puisse servir à analyser les fonctions élémentaires de la vie.

Dans la science usuelle, on ne connaît, au-dessous de la cellule, que les molécules et les atomes, auxquels on ne saurait attribuer les propriétés physiologiques primordiales. C'est pour cette raison qu'on a imaginé des unités inférieures, hypothétiques et *nécessaires* (*sic*), intermédiaires entre la cellule et ses composants purement chimiques, auxquelles les propriétés physiologiques seraient forcément liées.

En réalité, ce rôle d'organites primordiaux revient à nos éléments.

*
* *

Si l'on veut remonter à l'origine des choses, il peut être admissible que les sphérules aient existé isolées, à l'état d'êtres libres, se multipliant par division.

Parallèlement à la doctrine si répandue qui veut que les êtres vivants qui ne présentent pas de cellules soient *unicellulaires*, il y aurait eu des êtres *unisphérulaires*, devenus *plurisphérulaires*, par la suite de leur évolution.

Les qualifications d'unisphérulaires et d'unicellulaires peuvent être considérées comme trop compréhensives, dans ce sens qu'elles impliquent que les organismes ainsi désignés sont constitués par une seule unité morphologique. L'analyse du processus complicatif de ces êtres incite à penser que, chez les organismes inférieurs, les structures cellulaires ou sphérulaires peuvent être simplement absentes et non encore développées, et qu'elles ne se manifestent que chez les formes plus élevées, à ce point de vue, par une néo-formation. On pourrait donc dire, à plus juste titre, semble-t-il, que les premiers sont *asphérulaires* et *acellulaires*, sans addition d'une notion surajoutée et insuffisamment établie.

La sphérule étant, naturellement, plus répandue que la cellule, les êtres unicellulaires sont le plus souvent plurisphérulaires, à moins qu'ils ne soient, à la fois, unisphérulaires et unicellulaires (Microcoques), opinion impliquant un assez curieux acte de foi, dans l'ubiquité de la cellule.

Les premières formes sphérulaires étaient, sans doute, d'une simplicité toute primitive, tandis que les suivantes se sont progressivement compliquées. Les propriétés nouvelles, acquises au cours de cette évolution, peuvent être considérées comme *historiques*. Les éléments qui possèdent ces propriétés dérivent d'éléments semblables à eux-mêmes. Les sphérules primitives se rapprochent, selon toutes probabilités, du premier degré de l'*organisation*, appréciable par nos moyens d'investigation.

Les premiers êtres vivants possédaient — cela est admissible — la substance vivante la plus élémentaire, au point de vue chimique, avec son minimum d'organisation morphologique. D'après certaines déductions, il semblerait possible que ces organismes primitifs aient pu avoir une constitution d'abord corpusculaire, puis vésiculaire turgescente, et que ces infimes vésicules aient pu posséder un agencement interne, par exemple, un corpuscule central avec tractus radiaires.

Par suite d'une évolution progressive, comportant une augmentation de masse et une complication de l'organisation primitive, le caractère apparent de ces formes primordiales a pu se modifier dans des directions que l'étude des êtres actuels les plus élémentaires suffit à faire présumer.

Les Bactériacées, qui nous en fournissent des exemples concrets, fixent les stades primordiaux de cette

évolution. Dans les Microcoques, nous retrouvons les sphérules libres, quelquefois plus compliquées qu'on ne semble le croire, représentant l'état unisphérulaire, auquel succèdent des formes filamenteuses, constituées

FIG. XV. — Spirilles des boues de la Garonne.

d'une file unique d'éléments, juxtaposés bout à bout (fig. XV et XVI). Ensuite s'observent des complexes de

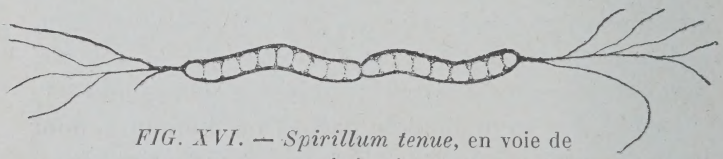


FIG. XVI. — *Spirillum tenue*, en voie de scissiparité.

ces éléments, d'après les deux mais surtout les trois dimensions.

D'une façon analogue, il peut paraître plausible de penser que l'organisation des êtres primitifs ait abouti, de complication en complication, à des états plurisphérulaires, en constituant des types formés de sphérules intimement unies, capables ou non de figurer des ensembles nouveaux (cellules, etc.), qui soient susceptibles de devenir à leur tour des points de départ de dispositifs organiques utiles à la collectivité des éléments conjugués, c'est-à-dire d'organisations inédites d'un ordre plus élevé.

La constitution sphérulaire initiale, primitivement

simple, semble donc s'être étendue à toute la masse des espèces grandissantes, au point de réaliser une *structure* fondamentale des êtres vivants, et c'est sur cette constitution fondamentale que se sont greffés des arrangements secondaires, facilitant un fonctionnement moins rudimentaire que ne peut l'être un groupement simple d'éléments. C'était l'aurore des organes et des appareils. Ces dispositifs nouveaux, à destinées variables, devaient présenter tous les degrés, depuis des ébauches à fonctions imprécises ou rudimentaires jusqu'à des parties à fonctions déterminées, ce qui suffit à caractériser de véritables organes. Certes, la plupart de ces nouvelles acquisitions ne constituaient que des sortes de tâtonnements de la Nature, si l'on peut dire ; elles n'ont pas été, toutes, favorisées par une évolution étendue et ne se sont pas généralisées au point de devenir les points de départ de véritables structures, comparables aux constitutions cellulaire et sphérulaire.

Les faits de répétition de parties ou d'organes, dont la métamérie est le type linéaire, d'une existence si fréquente et si étendue, sont des phénomènes d'une nature analogue ; ils peuvent aboutir à des extensions structurales éminemment variables avec les cas envisagés. Parmi les parties répétées de tous genres, les unes s'atrophient et disparaissent après avoir parcouru leur cycle évolutif ; d'autres se transforment, changent de fonctions, se différencient de mille façons ; d'autres aussi se perfectionnent et s'adaptent, de manière à former, d'échelon en échelon, les appareils compliqués des êtres supérieurs.

CHAPITRE VI

LES ORGANISATIONS, ADAPTATIONS ET CONTENUS VACUOLOIDAIRES

Les cellules jeunes ou celles, d'une simplicité primitive, dont l'organisation ne présente ni spécialisations ni adaptations à des buts définis, peuvent montrer la constitution vacuoloïdaire dans un état plus ou moins irréductible.

C'est la première jeunesse qui se prête le mieux à l'étude des aspects élémentaires. On y voit du sarcode d'apparence plus claire (substance fondamentale) et plus ou moins compacte, dans lequel l'action des réactifs colorants fait apparaître un pointillé d'une grande finesse, tiquetant l'abondante substance fondamentale, d'une épaisseur notable, à cavités réduites, ponctiformes, contenant des inclusions chromophiles.

La considération de quelques évolutions ultérieures de ces sarcodes peut mettre en lumière les passages entre cet état primordial et les premières structures différenciées. Nous citerons, en particulier, celles si répandues qui se manifestent sous l'aspect d'un réseau de substance plus claire, renfermant dans ses mailles des formations chromophiles ou non, c'est-à-dire l'apparence la plus connue.

Les réseaux à mailles régulières, arrondies ou polygonales par pression réciproque, caractérisent eux-

mêmes des sarcodes relativement peu différenciés. Pour atteindre ce degré de développement, l'évolution la plus élémentaire consiste en un simple agrandissement des vacuoloïdes ponctiformes, en cavités plus vastes. Dans cette évolution, suivant le degré atteint, les caractéristiques de la nouvelle organisation se transforment plus ou moins. Les filaments du réseau, par suite de l'accroissement des mailles, deviennent, relativement ou effectivement, plus minces, et, d'une manière plus ou moins générale et accentuée, le contenu de ces mailles acquiert une apparence plus immatérielle et devient de moins en moins colorable.

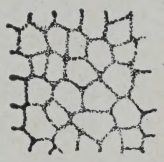


FIG. XVII — Réseau sarcodique à mailles dilatées.

Assez fréquemment, les réseaux sarcodiques ne présentent aucune différenciation, ni aucune constitution impliquant des fonctions définies. Souvent, ils semblent être l'expression d'une sorte d'état indifférent, et, tout en affectant des modalités diverses, ils représentent une constitution primitive, dénuée de modifications essentielles (fig. XVII et XVIII). La cavité cœlomique de l'*Ophelia bicornis* contient un organisme, le *Dumontia Opheliarum*, qui montre un superbe réseau sarcodique, à l'état normal et sans aucune préparation.

Cette manière d'être peut être poussée très loin, au point d'aboutir à la constitution de réseaux à vastes mailles, à parois amincies, d'un aspect parcheminé et rigide. Dans cette évolution, le contenu vacuoloïdaire, fort colorable au stade jeune, perd sa propriété ; il semble acquérir la manière d'être d'une substance moins réfringente, peut-être fluide. Un terme ultime de ce processus est la formation de sarcodes spumeux, à grandes mailles, séparées par des lamelles relativement fort minces d'une substance jaunâtre, racornie (?), constituant

un reticulum dont les mailles prennent les formes imposées par l'ambiance (pressions, élongations, etc.).

Toutes les vacuoloïdes agrandies ne participent pas à

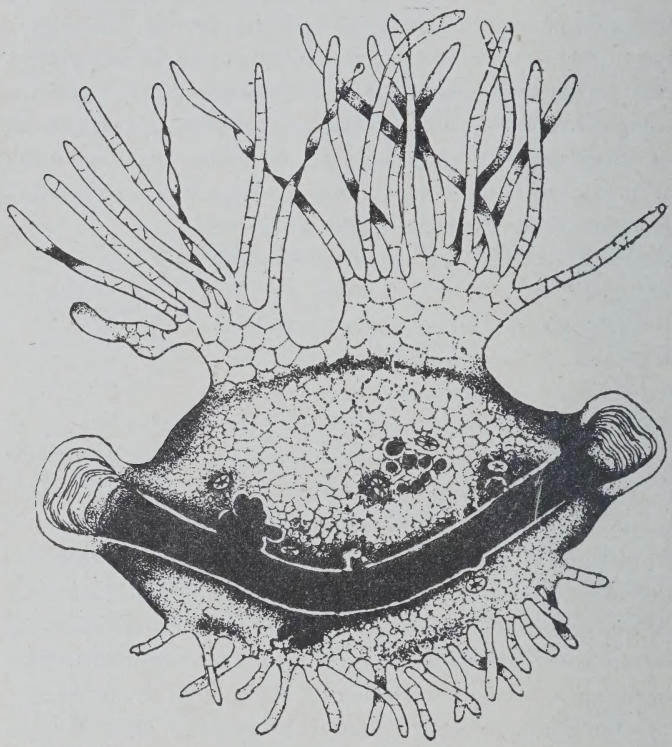


FIG. XVIII. — Dumontia Opheliarum Kunstler, montrant un superbe réseau vacuoloïdaire, dessiné à l'état vivant.

ces caractères de sénilité et de dégénérescence. Elles peuvent être molles et floues ou vésiculaires et turgescentes et remplir des fonctions définies.

En constatant plus haut que les divers états des éléments sarcodiques étaient aussi nombreux que les rôles

qui leur sont dévolus, nous faisions comprendre qu'il n'existe pas un aspect uniforme de la substance vivante, mais que celle-ci est éminemment variable, tant par la diversité de ses éléments que par la multiplicité de leurs agencements réciproques, et qu'elle est adaptée d'une façon plus ou moins étroite aux diverses conditions d'existence et aux multiples fonctions vitales. Cependant, ces aspects divers dérivent d'un état primitif fondamental, par des transformations graduelles. La constitution vacuoloïdaire n'est pas, ainsi qu'on l'a affirmé, un apanage des tissus inertes ; elle n'est pas non plus le résultat d'une multiplication insolite, sénile ou accidentelle, de vacuoles banales, d'abord rares, puis de plus en plus nombreuses, comme le voudrait Bütschli. Elle est la constitution première, souche de toutes les autres, grâce à des évolutions multiples, mais régulières.

C'est dans les sarcodes non encore tout à fait mûrs que les vacuoloïdes sont souvent le plus évidentes. Plus tard, elles peuvent être masquées par certaines transformations, apparentes ou intimes, fortuites ou fonctionnelles, qui sont de nature à engendrer des contradictions, des descriptions disparates, des interprétations dissonantes, à la suite d'éclipses de structures, apparentes ou réelles. D'une façon variable avec les types de structure, *la netteté des aspects varie avec l'âge*. Des organisations nettes chez les jeunes sujets ou dans les éléments anatomiques jeunes arrivent à se masquer plus ou moins, en raison de la différenciation ascendante, au point que des dispositions incontestables se trouvent estompées. Chacun sait que certaines manières d'être sont bien plus nettes, par exemple, chez les jeunes spermatozoïdes, que chez les éléments entièrement différenciés.

Il est cependant d'innombrables cas où les structures

vacuoloïdaires se conservent dans l'élément bien développé, au point qu'il est aisé de les voir à l'état vivant.

Les sarcodes à organisation élémentaire paraissent moins sujets à ces variations de visibilité ; leur constitution elle-même est moins changeante.

Au sein des sarcodes, il y a donc des adaptations, des différenciations, des spécialisations, phénomènes qui offrent des degrés divers.

Ces adaptations peuvent être transitoires ou permanentes.

Les *adaptations transitoires* sont celles qui s'établissent pour les besoins d'un phénomène biologique momentané. Elles s'observent au cours de certains processus vitaux et disparaissent avec la cause qui a déterminé leur genèse ; elles présentent tous les passages, depuis celles qui caractérisent le fonctionnement physiologique normal, jusqu'à des adaptations plus occasionnelles.

La division cellulaire indirecte fournit un intéressant exemple de ce genre de productions, par exemple, sous la forme d'irradiations sarcodiques, de formations filamenteuses et de différenciations chromophiles, durant autant que le phénomène lui-même.

Au sein du sarcode cellulaire apparaissent des sortes de lignes rayonnantes qui s'étendent peu à peu jusqu'à la périphérie de la cellule. Lorsqu'on aura pris connaissance des descriptions de la deuxième partie de ce volume, on comprendra facilement le mécanisme de cette production. C'est un alignement et un raidissement des éléments sarcodiques. Ainsi se produit une sorte d'aspect étoilé, à rayons innombrables.

Les autres processus de la mitose s'expliquent d'une manière aussi naturelle.

Les *adaptations permanentes* sont d'une variété, en quelque sorte, indéfinie. Elles portent plus spécialement sur les éléments les plus éloignés de l'énergide cellulaire.

Elles affectent les dispositions les plus variées et les plus disparates. Déjà, dans l'état actuel de nos connaissances, leur description formerait un ensemble long et compliqué. Les sarcodes réticulés ordinaires n'en représentent que des degrés élémentaires, peu différenciés et peu spécialisés. Nous ne pouvons donner, dans ce livre, que des indications générales.

Il y a, d'abord, des combinaisons d'éléments.

Par exemple, la place qu'occupent les vacuoloïdes, les unes par rapport aux autres, est une des premières particularités à envisager. Les dispositions réciproques des éléments sarcodiques sont, en effet, loin d'être quelconques ; elles semblent soumises à des règles plus ou moins fixes (alignements, concentricités, alternances, etc.).

La disposition la plus élémentaire et la plus apparente est l'arrangement des unités en une file unique et régulière, tel que le montrent une foule d'organismes inférieurs. Elle montre elle-même des modalités variables et curieuses.

Les masses complexes, analysées en elles-mêmes, affectent des constitutions variées.

Le processus de leur formation, facile à saisir au premier abord, n'est pas toujours si simple, ni si clair, que pourrait le faire supposer un langage synthétique, quand on dit que les masses vivantes, d'abord constituées d'une file unique de vacuoloïdes, montrent ensuite un nombre variable, ordinairement considérable, de ces files, placées côte à côte, suivant des arrangements divers. Leur mode d'évolution, envisagé d'une façon concrète, mérite d'être observé de près, quoiqu'au point

de vue théorique, il soit facile de comprendre l'existence de files uniques ou groupées. Le passage entre le stade à file unique et la constitution massive comporte des aspects souvent fort intéressants.

Les cas simples consistent en répétitions linéaires longitudinales, plus rarement transversales, obliques, spiralées, etc., reproduisant à l'infini les constitutions des filaments simples, reconnues autre part. Les divisions suivant l'axe longitudinal des êtres entraînent la constitution de files transversales, les divisions transversales produisent des files longitudinales, enfin les divisions obliques aboutissent à des alternances régulières des éléments dans des files parallèles et similaires. Il en résulte que ces éléments peuvent se trouver au même niveau ou alterner d'une série à l'autre, les uns étant au niveau des intervalles des autres, à la manière des cases d'un damier.

Certes, les processus précis de ces développements ne sont pas tous assez bien élucidés. Nous n'en possédons pas moins, sur divers modes de formations, des renseignements assez précis. Cependant, deux ordres de considérations s'opposent à ce que nous insistions sur ce sujet. D'abord, la nature même de ce livre s'oppose à des descriptions longues et arides. Ensuite, ce n'est que dans la deuxième partie que se trouvent les descriptions qui permettraient d'exposer avec fruit le sujet visé ici.

Les adaptations fonctionnelles peuvent être transitoires et intermittentes. Mais, le plus souvent, ce sont des adaptations permanentes. Toutes impliquent, plus ou moins visiblement, des orientations déterminées et plus ou moins collectives des éléments sarcodiques. Elles s'observent moins souvent dans la partie énergidique des cellules et elles peuvent engendrer des

manières d'être spéciales, différentes des structures ordinaires.

Dans beaucoup de cellules glandulaires, le noyau et le sarcode non spécialisé sont souvent relégués à un bout des éléments, alors qu'à l'extrémité opposée des alignements réguliers répondent à une organisation

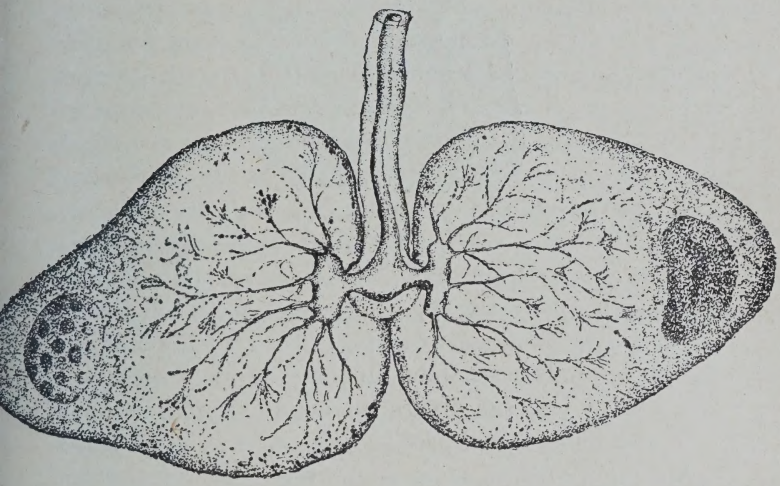


FIG. XIX. — Glandules unicellulaires d'Hippérine.

fonctionnelle définie, subordonnée à un rôle physiologique intermittent ou continu.

Les glandules unicellulaires des Hippérines montrent une telle division du travail physiologique poussée fort loin. La cellule primordiale, repoussée à la périphérie, persiste sous forme de « corpuscule » glandulaire. La partie fonctionnelle, hautement organisée, est tournée du côté du canal évacuateur ; elle se montre parcourue d'une infinité de canalicules évacuateurs, aboutissant à un réservoir central ; elle est plus grosse que l'énergide cellulaire et d'un diamètre triple (fig. XIX et XX).

Dans les substances conjonctive et musculaire des aspects spéciaux, extra-énergidiques, se montrent avec des complications d'un autre ordre.

Il est à remarquer que le passage, entre les éléments non différenciés de l'énergide et ceux qui présentent

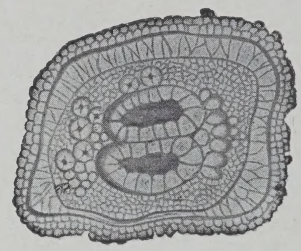


FIG. XX. — Noyau d'une glandule unicellulaire d'Hippérine.

une étroite adaptation fonctionnelle, peut être plus ou moins graduel ou assez brusque.

*
* *

Ainsi que nous le savons déjà, le sarcode vivant peut apparaître à l'observateur comme formé d'une masse fondamentale, contenant ordinairement des granulations apparentes et diverses.

Après l'action de certains réactifs colorants, cet aspect devient plus compliqué.

Dans la substance fondamentale, moins teintée, on discerne, outre les granulations mentionnées, un tiqueté nouveau, formé d'une infinité de points colorés, caractérisés par une remarquable homogénéité d'aspect, de constitution et de dimensions, répartis avec une régularité et une constance significatives. Ces caractères, nets et tranchés, établissent l'importance de ces apparitions ; ils montrent, à tous les yeux, qu'ils sont partie

intégrante de l'architecture du sarcode, ou, en d'autres termes, qu'il y a là une véritable organisation, caractéristique de la substance vivante.

C'est surtout pour les téguments primordiaux et pour les tissus élémentaires (épithéliums, etc.) que cette description est le plus exacte.

L'apparition d'un pointillé coloré, régulier et général, en sus des granulations normalement visibles, est de nature à susciter certaines controverses sur la nature et la signification de ce phénomène. Si l'on s'en tient à l'examen des cas élémentaires et primordiaux, tout devient plus ou moins incertain, la nature de ces inclusions, leur rôle et jusqu'à leur degré de consistance.

Cependant, les recherches modernes ont établi ce que le simple aspect avait suggéré à Henle qui reconnut l'analogie de ces inclusions avec des matières grasseuses (1). Aujourd'hui, on en fait des productions lipo-protéiques.

L'ensemble des auteurs n'a vu, aussi bien dans les ponctuations colorées que dans les granulations banales, que des productions granulaires proprement dites.

Cette compréhension est naturellement justifiée pour ce qui est des granulations ordinaires. Elle l'est, peut-être, aussi pour certaines productions chromophiles.

Nous avons insisté, il y a fort longtemps, sur ce fait, à propos de certains sarcodes élémentaires, très jeunes. Nous avons fait remarquer que les points colorés y offraient une apparence ayant quelque chose de granulaire, si toutefois l'on peut croire possible de se faire

(1) Henle considérait la substance vivante comme constituée d'un mucus fondamental et amorphe, contenant un essaim innombrable de granulations, ce qui ne diffère pas des autres points de vue sur le même sujet. Il les a nommées des *granulations élémentaires*.

une idée précise, par la simple vue microscopique, du degré de consistance de petites taches de moins d'un μ de diamètre. Il est possible que la coloration de ces petites inclusions soit l'un des facteurs d'une apparence qui pourrait être trompeuse, au moins dans certains cas. Que ces inclusions soient plus ou moins consistantes, qu'elles soient des granulations ou non, il y a là, pour le moment, tout au plus une question d'opinion ou de tendance, sans trop d'autre importance, au moins apparente. Cependant, la considération de faits d'un autre genre est de nature à jeter une lumière plus précise sur un ordre d'idées un peu incertain.

S'il est vrai que le sarcode, dans ses premiers âges et dans ses constitutions élémentaires, peut paraître compact, avec des inclusions d'apparence granulaire et très colorables, il n'en est pas moins manifeste que, dans d'autres circonstances, il se présente avec des caractères diamétralement opposés. Il est alors criblé d'une infinité de cavités, dont le contenu paraît montrer tous les états depuis une médiocre consistance jusqu'à un aspect de fluidité et de transparence peu contestable. Entre ces extrêmes, il y a tous les intermédiaires.

L'observation des tissus élémentaires tend à établir une marche des choses régulière. Les apparences sont telles qu'il semble bien que les états primitifs, paraissant compacts, passent progressivement, au cours de leur cycle évolutif, par des phases caractérisées par l'accroissement de leurs éléments constitutifs et par la fluidification graduelle de leur contenu.

Dans les couches tégumentaires des êtres inférieurs, l'aspect primordial persiste plus ou moins. Cependant leurs inclusions se comportent de façon variable. Chez les Cryptomonades, où les éléments tégumentaires sont fort petits et transparents, la tingibilité de leurs inclu-

sions est bien plus faible que chez les Euglénides, où elles se colorent en noir.

Les propriétés chromophiles des inclusions vacuoloïdaires montrent des variations parallèles à celles des cavités elles-mêmes. Dans les minuscules éléments primitifs, les colorations sont souvent intenses, alors que, dans les éléments agrandis, la fixation des colorants est plus faible ; elle peut devenir peu sensible. On observe des variations similaires avec l'espèce, l'individu, l'âge, les phases du fonctionnement physiologique, etc. L'activité fonctionnelle, en effet, semble exercer une influence notable.

Si les réactions ne sont pas les mêmes chez les jeunes et les vieux, peut-être à cause d'un fonctionnement plus ou moins énergique, ces divers états peuvent se retrouver dans les différents éléments d'un même individu, ce qui ne laisse pas de conférer au phénomène une apparence capricieuse. Dans une seule et même préparation, les colorations peuvent être le monopole de certains éléments, alors que leurs voisins restent plus ou moins incolores. Cela peut tenir à ce que les réactifs n'agissent pas toujours uniformément. Mais cela peut dépendre aussi bien de ce que le fonctionnement des unités manque de synchronisme, de telle sorte que les stades fonctionnels ne se correspondent pas fidèlement. Cette dernière condition suppose que tous les stades ne se colorent pas également, ce qui semble corroboré par l'étude des faits.

La première impression que nous ayons eu, au sujet des inclusions vacuoloïdaires, est que, dans les cas élémentaires (téguments inférieurs, épithéliums de recouvrement, substance vivante aux premiers stades), elles paraissent engendrer la matière de réserve personnelle des unités primordiales, sans que rien n'indi-

que une activité étendue à une autre forme de processus physiologique.

Dans ces vues, la vitalité propre de ces éléments, se traduisant par une fonction sécrétrice rudimentaire, assurait donc leur existence et leur multiplication et formait la base de leur vie individuelle. Ordinairement très petits, ils sont difficiles à bien analyser, au point de vue de leurs caractères physiques et chimiques. Ne participant que peu ou point aux fonctions générales, on peut les tenir pour des *vacuoloïdes élémentaires*.

A côté de ce fonctionnement primitif apparaissent des adaptations progressives à des fonctions d'utilité plus ou moins générale, pour l'ensemble de l'organisme. Cette activité nouvelle, plus ou moins spécifique, manifeste une énergie croissante avec le rôle à remplir. Elle peut supplanter, plus ou moins, le fonctionnement primitif. C'est ainsi que les vacuoloïdes premières deviennent spécifiques et constituent les formes figurées des spécialités fonctionnelles. Ce sont les *vacuoloïdes fonctionnelles*.

Nous avons vu, plus haut, que les adaptations sont diverses. Elles sont établies pour les besoins d'un phénomène momentané ou périodique ou de fonctions définies, stables et persistantes, et, entre elles, il y a des passages nombreux et insensibles.

Il se peut que ce soient simplement certaines couches vacuoloïdaires corticales des cellules qui se différencient, les éléments groupés autour du noyau ne participant que peu ou point à cette évolution. Dans d'autres cas, l'énergide cellulaire se localise à un pôle de l'élément, et l'autre pôle s'adapte à un rôle nouveau. Les cellules glandulaires fournissent de nombreux exemples de ce genre. Ce sont donc les éléments primordiaux les plus éloignés de l'énergide cellulaire qui évoluent le plus communément vers une constitution nouvelle et distincte.

Ils forment une région fonctionnelle, qui est partie moins intégrante de la cellule, dans son sens d'association énergidique.

Dans d'autres cas, cette désagrégation fonctionnelle est poussée plus loin. Les parties périphériques se détachent progressivement de l'énergide et acquièrent une indépendance poussée plus ou moins loin (ectoplasmes, etc.).

Si les inclusions primordiales semblent surtout assurer la vie élémentaire, les inclusions des éléments différenciés peuvent montrer une importance plus générale, en même temps qu'une indépendance de plus en plus confirmée. Leur volume peut être très augmenté et leur ensemble peut devenir relativement énorme.

CHAPITRE VII

ESQUISSE CHRONOLOGIQUE

En 1881, le problème du sarcode était inexistant pour l'ensemble du monde savant, dont le siège était fait.

Ce ne fut donc pas sans un étonnement critique que le personnel scientifique accueillit les affirmations d'un inconnu, à ce sujet.

Cet étonnement était naturel.

Certains milieux techniques ont pu être chagrinés de ce qu'un très jeune néophyte se soit avisé de porter la main sur un édifice dogmatique accepté par les autorités.

Néanmoins, nos publications furent d'abord bien accueillies. Elles trouvèrent même quelques complimenteurs.

Le ton ultérieur devait être donné par un illustre professeur d'une faculté allemande, Bütschli (1), qui, deux ans auparavant, avait chaleureusement consacré l'homogénéité de la substance vivante et qui défendit sa thèse avec énergie. La tentative fut un peu lourdement exécutée, et il n'y mit aucune belle manière ; il fit

(1) M. Bütschli est ce professeur allemand qui, pendant l'invasion de 1870-71, eût la délicate attention de dater ses publications des villes françaises où il passait, pour bien souligner le souvenir de l'humiliation infligée. Il méritait bien que des Français connus l'aidassent de toutes leurs forces à nous dépouiller de notre bien.

beaucoup d'honneur au novice que nous étions, mais n'augmenta, sans doute, pas énormément son prestige personnel. C'est tout ce qu'il nous convient d'en rappeler.

Nous prîmes la chose avec légèreté, étant jeune et sûr d'avoir vu et détenant une belle collection de bonnes préparations.

Cependant, Maurice Maindron nous incitait à une méfiante circonspection. Il répétait : « Nous sommes dominés par l'influence d'outre-Rhin. Quand on peut dire de quelqu'un qu'il *a été attaqué en Allemagne*, c'est la fin de tout pour la génération actuelle ».

Nous ne tînmes aucun compte de ces remarques.

La Rochefoucauld avait cependant déjà établi en maxime qu'il est dangereux d'avoir raison vingt-quatre heures avant tout le monde, sous peine de « passer pour avoir perdu l'esprit ».

Les circonstances nous ont permis de sonder toute la profondeur des avis ci-dessus reproduits.

Nombreux sont les techniciens allemands qui se rallièrent à la thèse de Bütschli — pas tous, il convient de le souligner, à leur honneur.

La façon dont les attaques germaniques furent accueillies en France, nous fit saisir qu'à l'époque où nous vivions, l'opinion des Allemands, fondée ou non, était prévalente. Eux seuls semblaient détenir assez d'indépendance d'esprit pour évaluer les idées du jour, assez d'autorité pour les dominer et les classer et assez d'ascendant pour imposer leur verdict !

En France, l'effet fut curieux.

L'agression germanique eut pour effet de déterminer un courant de malveillance caractérisée parmi certaines

personnes. Quelques Français ont jugé dignes d'eux de se précipiter au secours de l'Allemand, parfois avec furie, de nous attaquer dans le dos, tandis que celui-ci nous assaillait de face.

Cela n'a besoin d'aucun commentaire.

Pour avoir ouvert une importante voie nouvelle, nous fûmes en butte à des critiques, quelquefois insensées, de la part de gens qui, non seulement ne nous connaissaient pas personnellement, mais encore ignoraient beaucoup du sarcode, ainsi que le démontrait la nature de leurs propos.

Il y eut cependant d'honorables exceptions qui nous accordèrent leur appui. Nous pouvons citer Balbiani, Paul Bert, Giard, Raphaël Blanchard, Künckel d'Herculais, Regnard, Chabry, Viallanes, Robin, Raphaël Dubois, Suchard et quelques autres qui nous encouragèrent verbalement et par lettres.

Il nous eût peut-être été possible de surmonter le courant qui avait été créé, mais les conditions dans lesquelles la campagne avait été entreprise nous en ont dissuadé. Il ne nous convenait pas de donner des explications à certains adversaires, et nous prîmes la seule position solide qui convint à notre état d'âme, en proclamant qu'un seul fait positif prime un monde de négations et que les échecs des autres auteurs, à supposer qu'on ait tenté une vérification, étaient un argument insuffisant pour rétorquer des résultats tangibles. Nous nous maintînmes dans notre posture pendant le cours des temps, pendant lequel nous avons vu varier la science et quelquefois errer d'une manière curieuse.

En somme, des contestations s'étant produites, nous n'avons pas insisté et nous avons compté sur les progrès de la science pour tout remettre à sa place.

*
* *

En 1883, le Professeur Schimper découvrit, dans la cellule végétale, des éléments morphologiques à constitution caractéristique qu'il dénomma des *plastides*.

Une double remarque peut être faite à ce sujet.

Certains auteurs veulent faire de ces plastides les premières mitochondries qui aient été décrites. D'une façon plus exacte, il n'y a là que la réédition, pure et simple, de nos éléments, sans rien de plus ou rien de moins, si ce n'est un nom nouveau. Le professeur Schimper était un botaniste de valeur qui s'est occupé des végétaux et non des animaux ; il ignorait nos descriptions, nous en sommes convaincu, sans quoi il se serait gardé de créer un nom nouveau pour des organites déjà vus.

En 1886, Altmann a commencé à retrouver les mêmes éléments, au moins partiellement. Il a envisagé la matière vivante comme formée d'un mucilage fondamental amorphe, englobant des inclusions plus colorables. On le savait déjà. Altmann n'en a pas moins jugé à propos de donner un nouveau nom à ces inclusions, celui de *bioblastes* « au point de vue biologique » (!), quoiqu'il n'ignorât rien du passé. Il a négligé la substance fondamentale qui, pour lui, n'était qu'une gélatine unissante, comparable à ce qui se voit dans les zoogléées des Bactéries.

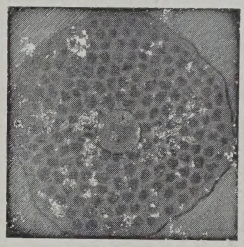


FIG. XXI. — Cellule hépatique de Souris, avec sa constitution vacuoloïdaire, d'après Altmann.

La figure XXI reproduit une figure d'Altmann, con-

cernant la constitution du sarcode. On y voit un réseau clair, délimitant des vacuoloïdes foncées et irrégulières.

Altmann n'avait pas l'excuse de la sincérité ni de l'ignorance, nous pouvons l'affirmer. Le changement de nom qu'il s'est permis est une simple manœuvre. Il est des gens qui, aussitôt qu'ils touchent à une question, s'arrogent la liberté d'en changer la terminologie existante. Le public n'est pas sans comprendre les visées qu'impliquent de tels agissements.

En 1886, Raphaël Dubois a formulé la théorie des *vacuolides*, proche parente des précédentes. Il s'y agit essentiellement du développement des éléments photogènes. Dans les cellules holocrines des organes lumineux, la destruction cellulaire libère des granulations qui grossissent en vésicules, les *vacuolides*, et finissent par se transformer en sortes de minuscules sphéro-cristaux. C'est l'histoire, méticuleusement faite, des stades d'une sécrétion spéciale.

Grynfeldt semble bien avoir revu nos éléments. Il parle, en effet, de sphérules élémentaires, constitutives de la matière vivante, qu'il distingue des granules de Dubois.

Fauré-Fremiet en a aussi préparés. Il a fait appel à notre expérience pour les reconnaître. Cela s'est passé au laboratoire d'embryogénie du Collège de France. Ses préparations ne nous ont laissé aucun doute au sujet de l'identité de ses éléments. C'étaient bien des sphérules qu'il nous montrait, quoique leur aspect dénotât une technique un peu agressive pour des éléments qui ont besoin d'être ménagés.

Quelque temps après cette consultation, il a substitué

une dénomination de son cru à la nôtre et les a appelées *vésicules de Kunstler*. Mais cela ne fut que momentané ; il n'a pas tardé à les appeler des *sphéroplastes* !

Au moment où paraîtront ces lignes, peu de personnes pourront dire qu'elles ont vu nos sphérules. Cela est digne d'étonnement, puisqu'il est relativement facile de les voir et que la chose en vaut la peine.

*
* *

Au cours des années pendant lesquelles se sont passés les faits ci-dessus rappelés, d'autres événements, très curieux par eux-mêmes et par leurs conséquences, se sont déroulés parallèlement.

Nous avons assisté à une étrange épopée qui, si elle n'est pas de nature à exalter notre orgueil scientifique, met à nu certains procédés occasionnels de la marche cahotante de la science, ainsi que les faiblesses et les défaillances des compétences.

Il est malaisé de nier indéfiniment des choses tangibles, et la force du fait n'est pas contestable.

C'est ce que notre éminent contradicteur, le professeur Bütschli, n'a pas manqué de concevoir.

Après quelque temps passé à condamner nos descriptions, cet homme illustre s'avisa de changer de manière. Il en vint à envisager l'expropriation de nos résultats d'un œil complaisant.

L'opération se fit en deux temps.

La première période, qualifiable à juste titre de funambulesque, vit naître des mousses de savon et autres mixtures fouettées qui tinrent la place et remplacèrent la matière vivante.

Puis, succéda la période de la prise de possession effective et directe.

Bütschli commença par mettre une sourdine à son exubérant enthousiasme en faveur de l'homogénéité sarcodique. Il fit ensuite des mousses de savon et des mélanges de liquides non miscibles, les étudia au microscope et y *découvrit la structure du sarcode* !

Ainsi fut édifié un ensemble subjectif et irréel, dans lequel la fausse substance vivante était criblée d'une infinité de cavités, remplies d'un fluide non miscible. Comme on le voit, l'idée n'avait rien de nouveau. C'était un simple pastiche, lointain et puéril, de nos descriptions, rehaussé d'une théorie un peu simpliste qui fut la *théorie alvéolaire du protoplasma*. Son succès fut considérable dans le monde savant en général, avec pas mal de restrictions en Allemagne.

Les préparations les plus soigneuses de sarcode n'ont pas pesé lourd devant les mousses de savon qui, au dire d'un de nos contradicteurs, étaient de la « vraie science ».

Les traits essentiels de la singulière comparaison tentée dans cette affaire visaient les caractères principaux de la structure vacuoloïdaire et concordaient avec eux. La principale différence, — voulue — se trouvait dans la mutation du mot *vacuole* en celui d'*alvéole*, et cela fut suffisant pour faire peau neuve. Sans autrement étudier le sarcode, Bütschli y adapta ses comparaisons quelque peu mystificatrices, jusque dans les détails. Il établit la différence qui distingue les émulsions et les mousses. C'est à ces dernières, dont la substance fondamentale est tellement réduite qu'elle ne forme que de minces lamelles entre les bulles d'air incluses, c'est aux mousses qu'il ramène la structure de la matière vivante. Nous verrons plus loin de quelle manière les faits histologiques répondent à ces laborieux enfantements.

En Allemagne, les vues dogmatiques du grand Alle-

mand ne suscitèrent pas un enthousiasme aussi vif que dans les pays de moindre autorité scientifique, où l'emballement fut considérable. En France la doctrine nouvelle parut rallier le plus grand nombre de suffrages.

Ce fut une grande victoire allemande, qui attira à Heidelberg de pieuses processions de pèlerins de tous pays, venus *ad limina*, pour admirer des crèmes Chantilly, sous l'œil ironique du personnel local.

Ce succès montre combien il est facile de faire du neuf avec du vieux, quand le milieu s'y prête. Aujourd'hui encore, après que son auteur a lui-même laissé tomber son hypothèse, nous avons vu des traités, *mis entre les mains des étudiants*, élever un monument à l'erreur et donner des figures de la *structure alvéolaire du protoplasma* qui, du reste, ne ressemblent à rien du tout. Il reste constant qu'une vision, basée sur une comparaison indéfendable, a remporté un succès mondial !

C'est en France que l'histoire de l'organisation du sarcode a été élucidée. Mais ce n'est pas elle qui en a recueilli le bénéfice moral. Cette découverte est apparue à l'univers pensant comme un éclatant triomphe de la science allemande. Elle a établi *urbi et orbi* le renom d'un succès qui n'était qu'une contrefaçon.

A côté de ce triomphe si mérité, plaçons les réflexions d'un distingué professeur allemand d'université, parues dans un périodique allemand : « Depuis plus de vingt ans, Kunstler a publié des figures excessivement curieuses d'Infusoires et de Bactéries les plus divers qui furent ridiculisées et ignorées *jusqu'au jour où les recherches de Bütschli les ont confirmées dans la mesure la plus complète. Kunstler signala une structure vacuolaire dans les cellules, structure modifiée et compliquée*

de tant de façons qu'il semble impossible de l'assimiler aux émulsions artificielles ».

Depuis lors, Giard nous a envoyé, à fin d'usage, le texte suivant :

« Les doctrines pour lesquelles Kunstler n'a cessé de combattre énergiquement lui ont valu assez de critiques et de vives inimitiés ; Bütschli lui-même les a répudiées naguère avec une si méprisante ironie que Kunstler a bien le droit de les revendiquer pour siennes, aujourd'hui que, trouvant son chemin de Damas, son adversaire le plus autorisé déploie, en leur faveur, l'ardeur d'un néophyte et le zèle d'un pécheur qui a beaucoup à se faire pardonner ».

Bütschli a vite compris que rien ne dure sans fin. Au début, il triomphait avec ses mixtures, les exhibait à ses visiteurs qui, revenus dans leurs foyers, exaltaient la « fidélité » (*sic*) des ressemblances entrevues. Mais il n'en comprit pas moins que cette nourriture creuse ne contenterait pas indéfiniment le public. Du reste, ses petites manipulations avaient l'inconvénient majeur de ne lui créer aucun titre effectif sur le sarcode lui-même, et il rêvait, sans doute, d'une annexion plus étroite.

Aussi, vers 1890, publiait-il des études sur les Bactériacées, *où il découvrait notre organisation vacuoloïdaire elle-même* !

C'était la deuxième phase de son action qui s'inaugurait.

Nous nous trouvons dans l'obligation, somme toute peu agréable, de faire remarquer que, dans ses publications, Bütschli n'a fait aucune allusion à nos découvertes antérieures, qu'il ne mentionna d'aucune façon que, dès 1885 et après, nous avions décrit et figuré la cons-

titution des Bactériacées, comme lui, avant lui et, en partie, d'une manière plus exacte. Comptant, sans doute, sur la complicité passive de son public de féaux, il n'hésita pas à s'approprier simplement nos données, à les compléter sur certains points, à y ajouter diverses erreurs (téguments, etc.) et à les corser par l'adjonction de deux hypothèses magistrales, celle du *corps central* et celle des *grains rouges*, dont il nous fut facile d'établir l'inanité.

Devant le veto germanique, la dépression des caractères fut manifeste : c'est à peine si les auteurs osaient prononcer notre nom.

Nous n'aurions que l'embarras du choix pour en donner des exemples. Nous nous bornerons à quelques cas qui sont bien peu de chose à côté de fulminations qui ont, du reste, entraîné la bienveillance active du Maître allemand pour leurs auteurs.

Delage qui a consacré un gros volume à l'étude historique du sarcode, se borne à faire allusion à nos travaux par la phrase suivante : « Cette structure a été *remarquée* d'abord par Kunstler qui l'a *observée* dans diverses sortes de protoplasmes. Elle a été ensuite *reconnue* par le professeur allemand ».

Ce qui précède est l'aveu explicite que les descriptions de Bütschli ne sont qu'une simple reproduction des nôtres.

Après cela, le texte de Delage continue par l'exposé des développements imaginaires de Bütschli, sans un seul mot sur les faits d'observation que nous avions si minutieusement notés.

Et l'on voit un gros volume dont le but était de monographier l'état de nos connaissances sur la matière vivante, omettre de reproduire les seules descriptions histologiques qui aient jamais paru à ce sujet !

L'hégémonie allemande était bien servie.

Il peut encore être possible de comprendre qu'avec une remarquable soumission on ait pu se résoudre à isoler le roman des mousses de nos propres descriptions. Mais il est, certes, moins licite qu'après la deuxième évolution de Bütschli, l'on n'ait pas hésité à décrire longuement la *structure alvéolaire*, sans ajouter qu'au faux nom près, elle venait directement de la nôtre. Cette manière de faire, inusitée dans la science, évoque au moins une curieuse déférence, sinon plus.

Ces faits se passaient longtemps avant le conflit de 1914. A cette époque, notre personnel scientifique était tellement jugulé par la science allemande que la portée de ces procédés en est quelque peu atténuée.

Après ce regrettable conflit, la situation a changé, ... surtout en apparence.

Dans un petit volume, paru en 1918, M. Paul Portier décrit des organismes parasites, sinon des éléments normaux, qu'il dénomme des *symbiotes*. Ce sont d'infimes corpuscules colorables, plongés dans la substance vivante où ils font figure de petites granulations qui, d'après ses dessins, seraient régulièrement répartis. Ces corpuscules se chargeraient des besognes vitales au bénéfice des paresseuses inertes que seraient les matières vivantes.

Cette théorie nouvelle offre les plus étroites affinités avec la théorie des *microzymas* de Béchamp. Mais son auteur préfère se réclamer des *granula*... d'Altmann ! C'est Altmann (1), écrit-il, *qui*, *le premier*, *en* 1886,

(1) Au cours de la guerre, dans une courte conversation avec un histologiste, nous avons relevé un fait caractéristique d'un état d'âme répandu. Ce professionnel s'empressa de nous parler des mitochondries. Comme nous lui répondions distraitement, nous

décrivit, dans les cellules animales, ces inclusions.... Kunstler (1882) *retrouve ces formations* ! (textuel).

Nous ne savons si cet étrange renversement de rôle a eu l'avantage de lui attirer les sympathies des intéressés, c'est-à-dire d'Altmann et de ses amis, mais ce qui est plus sûr, c'est que la vérité scientifique n'y est pas respectée.

M. Policard est plus sommaire que les auteurs dont il a été question plus haut. Il ne s'embarrasse pas de citer des noms. Il se contente de jeter tout le passé dans une fosse commune et anonyme, sous l'inexacte et injuste rubrique d'*altérations évidentes et grossières.*

Sa manière de procéder, sommaire et fruste, aura-t-elle pour résultat d'élever l'esprit, le cœur, la compétence et la sagacité de la jeunesse à laquelle il ne craint pas d'adresser de pareils enseignements ? Pas plus, sans doute, que lorsque ses micelles quadrilleurs iront, à leur tour, dans la fosse aux oripeaux mis au rebut.

Les *altérations* prénommées paraissant stimuler sa verve, nous nous faisons un agréable devoir de le mettre

lui semblâmes sans doute insuffisamment respectueux pour la noblesse du sujet et il nous interpella brusquement : « Ne croiriez-vous pas aux *granula* d'Altmann ? ». Nous eussions pu lui répondre que les granula n'étaient pas à Altmann, mais simplement aux Italiens Monti et Maggi. Nous aurions pu aussi lui demander pour quelle raison il citait Altmann à ce propos, lui faire remarquer que ses résultats étaient une déformation des nôtres, lui faire comprendre que divers Français et Italiens ayant fait des travaux analogues avant Altmann, il était au moins curieux qu'il ne citât que le dernier venu, c'est-à-dire l'Allemand qui s'était approprié le bien d'autrui en se contentant de le baptiser d'un autre nom (*bioblastes*), ainsi que se comportent quelquefois ceux qui convoitent ce qui ne leur appartient pas. Nous nous contentâmes de quitter notre interlocuteur sur sa question, probablement péremptoire à son sens, nous rendant compte que l'abstention était la meilleure des réponses.

en garde contre la deuxième partie de ce livre où il en trouvera d'abondantes photographies. Quoique nous n'ayions pas l'habitude de nous préoccuper des impressions ambiantes, il se pourrait que nous publiions tout un gros volume de photographies analogues, curieux « artefacts » réguliers, constants, simulant des adaptations étroites à une foule de rôles, dans l'unique but de servir de piédestal à sa bienveillante critique.

M. Policard met ses prédécesseurs dans la tombe et leur envoie des pelletées de terre, sans même leur tirer son chapeau. Ne craint-il pas que ses auditeurs ne comprennent ainsi qu'il serait moins utile, dans la pratique du monde, d'accomplir des œuvres difficiles et délicates, et qu'il vaudrait mieux se contenter des suggestions d'une imagination plus ou moins avertie et réglée ? Les besognes imaginatives sont infiniment plus aisées à concevoir et à offrir au public ; l'on en tire une notoriété facile. C'est, en apparence, la science des grands esprits, qui précède la connaissance des faits. Plus terre à terre est la science d'observation qui est dépourvue d'ailes et ne saurait voler vers l'au-delà. C'est celle des petits esprits qui s'attardent à vouloir se rendre compte si tout ce qu'on certifie est bien vrai.

En 1922, Nageotte a repris cette question. A propos des faits que nous avons publiés, il confère un mérite éminent à l'un des innombrables publicistes qui se sont occupés, après nous, de la constitution du sarcode, sans d'ailleurs y ajouter grand chose de nouveau, si ce n'est des noms. Il s'agit d'Altmann !

Il s'exprime ainsi : « L'œuvre d'Altmann, dans son ensemble, marquait l'origine d'un immense progrès : *aux particules vivantes invisibles,... elle substituait des éléments figurés, accessibles à l'observation directe.* Ces éléments avaient éte *pressentis* par *quelques* (?) précur-

seurs ; les « sphérules » de Kunstler et les « vacuolides » de R. Dubois peuvent être considérées *comme répondant déjà à la préoccupation* (!) *de déceler, dans le protoplasma des unités morphologiques et fonctionnelles* ; mais les noms même imposés par ces auteurs aux particules qu'ils *avaient cru discerner* (!) suffisent à *prouver* l'imperfection de leurs observations ».

Qu'en termes galants ces étranges allégations sont mises. Elles ont l'avantage d'être claires, malgré qu'elles obscurcissent jusqu'au paralogisme le sujet traité. Elles ont pour tâche ahurissante d'établir que c'est Altmann qui est le père de notre œuvre !

Et si c'était juste le contraire qui soit la vérité, qu'en dirait M. Nageotte ?

Ces choses-là sont rudes... Elles nous mettent dans la nécessité de faire ce que nous détestons le plus, c'est-à-dire des personnalités.

Quittons donc les points de vue pompeux et tendanciels, les abus d'une vaine rhétorique, et contentons-nous de l'objectivité terre à terre et sans parti pris.

M. Nageotte est nanti d'une belle notoriété ; ses écrits portent la marque d'un esprit ferme en ses desseins. Un homme de valeur, d'une façon générale, peut bien permettre à une personne très âgée de lui soumettre quelques remarques, sans vouloir y voir autre chose que ce qui y est. Le talent est une noblesse qui doit obliger ; il permet aux grands personnages de se dégager des attaches qui ne les rehaussent pas et qui osent leur souffler la fable, de façon à pouvoir devenir équitables, parce que véridiques.

Il y a tant de choses curieuses dans le paragraphe qui nous concerne qu'il n'est pas aisé d'y faire un choix.

M. Nageotte ne craint pas d'y avancer que c'est Altmann qui a substitué, aux particules vivantes fictives

des théoriciens, des éléments accessibles à l'observation directe !

Il s'agit simplement de s'entendre sur la valeur des termes.

Si l'on voulait changer le sens des mots et admettre que *découvrir* sera à l'avenir *pressentir*, et que *retrouver*, après pas mal d'autres, équivaudra à *découvrir*, M. Nageotte voguerait vers une partie de la vérité. Pour compléter cette terminologie spéciale, il y aurait lieu d'admettre, en outre, qu'il est moins difficile et moins honorable de surmonter, le premier de tous, les difficultés d'une initiation et qu'il est infiniment plus glorieux de retrouver et de copier ce qui est déjà bien connu, en se bornant à modifier, contre le droit et l'équité, les dénominations existantes.

Pour Delage, nous avons, le premier, *remarqué* et *observé*, dans diverses sortes de protoplasmes, la structure visée ; elle a ensuite été *reconnue* par Bütschli (*sic*). Suit un exposé panégyrique de Bütschli, sans un mot sur nos observations.

Portier voit ces faits d'un autre œil. Bütschli étant tombé dans l'oubli, il veut que ce soit Altmann qui ait tout *découvert*, en 1886, mais il convient que nous avons *retrouvé* les mêmes faits, en 1882 ! (*sic*).

Nageotte marche sur les traces de Portier, dont il se fait l'émule, en ce qu'il accorde toute priorité à Altmann. Pour lui, nous avons *pressenti* les « structures », après quoi celui-ci les a découvertes. C'est l'histoire à l'usage des sourds et aveugles.

Et il y a, comme cela, nombre d'auteurs qui ressassent d'inutiles inexactitudes. Qu'ils veuillent bien nous permettre de leur faire part de notre conviction. Nous croyons fermement, après avoir pris connaissance de leurs textes, qu'ils n'ont jamais lu une seule ligne de nos écrits, pas plus, du reste, que de ceux d'Altmann.

Le sujet que nous étudiions était, en quelque sorte, inconnu en 1880. Dans aucun pays, il n'existait nulle compétence, capable d'apprécier nos résultats en connaissance de cause. C'est là une des conditions les plus défavorables, attendu que le seul moyen de paraître au courant est de critiquer. Et quelles critiques ! Bütschli seul avait effleuré ce sujet,... pour lui dénier toute réalité. Cet auteur s'est élevé contre nos descriptions et beaucoup d'Allemands ont fait chorus. Il y eût un concert de ricanements et de jeux d'esprit de haut goût, entremêlés de sarcasmes méprisants.

En France non plus, personne ne connaissait la question. Le terrain était complètement vierge et nos nouveautés, tout à fait inattendues, ne manquèrent pas d'étonner.

A cette époque, malheureusement, nous étions trop près de 1871. Les opinions allemandes dominaient le monde ; une fois publiées, elles avaient l'autorité de la chose jugée. Aussi les Français arrivèrent-ils à la rescousse des Allemands. On ne nous demanda pas à voir des préparations ; on se contenta de nous opposer Bütschli et ses sauces.

Après 1918, nous retrouvons les mêmes errements. L'impulsion première étant donnée, on continua à la suivre sans examen, sans réflexion et sans enquête préalable. Mais ce n'était plus Bütschli que les vainqueurs de la grande guerre nous opposaient. Ils choisirent un de ses émules, Altmann, qui était loin de le valoir. C'est le progrès (1).

En somme, Nageotte qui ignore la succession réelle des faits, manque de circonspection dans ses trop con-

(1) Tous ces zélateurs ont été esbroufés par les planches coloriées d'Altmann, en 1890. Ils croyaient que tout datait de ce jour-là ! C'est la réédition de la question des « mitochondries ».

testables déductions. Il ne prend même pas la peine de rechercher des arguments scientifiques et sérieux en faveur de ce qu'il voudrait faire croire, mais se borne à semer du dogme, *ex cathedra*, et procède par affirmations pour répandre l'erreur qui paraît lui suffire. Il lui convient de servir à ses lecteurs de laborieux *ersatz* d'importation, en négligeant les choses vécues et les faits tangibles.

Le choix de ses arguments n'est pas toujours très heureux.

Pour prouver l'*imperfection de nos observations* (*sic*), il imagine un argument d'une singularité inattendue.

Cet argument invraisemblable, il le découvre dans l'appellation de *sphérule*.

C'est là une dénomination anodine qui, en apparence du moins, équivaut à celle de *cellule* ou à tout autre terme analogue et qui ne bannit aucune interprétation, quelle qu'elle soit. M. Nageotte semble estimer qu'on ne peut pas connaître la vérité, quand on se sert du terme de sphérules, et pour lui, l'emploi de ce mot équivaut à un certificat d'infériorité en matière de sarcode !

Si, avec du grec et du latin, nous avions forgé laborieusement une de ces dénominations compliquées qui, à peu près toujours, consacrent des erreurs fondamentales, ce serait autre chose. Est-ce que, vraiment, le mot de sphérules, désignant d'infimes inclusions, trahirait sa mission et ne rendrait pas l'idée de petits corps globuleux aussi bien que tout autre vocable?

Altmann *n'a pas été l'initiateur des unités accessibles à l'observation directe*, comme le propage Nageotte. Cette affirmation est contraire à la réalité des faits. Si les dates ne suffisaient pas à Nageotte, il serait bien facile de lui indiquer quelques faits, de nature à calmer un enthousiasme où tout paraît artificiel. La science ne doit pas être une simple école de suggestion.

Nageotte dit que « l'œuvre d'Altmann, dans son ensemble, marquait l'origine d'un immense progrès ».

Pour être fixés sur l'*immensité* de ce progrès, il n'y a qu'à voir ce qu'il a publié... *après nous*.

Comme tout le monde, avant et après lui, Altmann tient le sarcode pour une masse fondamentale amorphe contenant des inclusions colorables.

Il peut y avoir lieu de faire une remarque préliminaire. La conception d'Altmann ne caractérise pas une vraie structure du sarcode, pas plus que si un pâtissier mettait des amandes dans une pâte, celle-ci ne serait structurée.

Altmann n'étudie pas la matière vivante telle qu'elle est. Il abstrait, en quelque sorte, ses inclusions de la masse fondamentale, pour leur attribuer un rôle basé sur des supputations qu'il se garde de faire connaître. Par cet acte d'élection, la substance fondamentale aurait perdu toute importance pour abandonner un rang éminent à des sécrétions ! L'acte sécréteur n'est cependant pas tout dans la vie.

La morphologie d'Altmann est rudimentaire et tendancielle, comme celle de certains de ses admirateurs. Il est aisé de s'en convaincre.

Négligeons, ici, la matière fondamentale et bornons-nous à envisager les inclusions qu'Altmann a cru devoir mettre seules en lumière.

Ses « éléments morphologiques » qui confèrent à ses affirmations une si puissante profondeur, sont dotés, par lui, d'un rôle fondamental qu'il ne s'est pas attardé à démontrer. Ce fut une simple réminiscence de l'opinion des auteurs antérieurs et des prérogatives qu'ils accordaient à leurs éléments inférieurs. Du reste, il n'a revu ces éléments-là qu'après bien du monde.

Il n'a entrevu, cela n'est pas douteux, que de vagues points colorés, ainsi que cela est aussi pour beaucoup

de chercheurs actuels. Cette déduction découle de la facture de ses schémas, présentant des irrégularités inexistantes et ne montrant pas celles qui existent. Un œil expérimenté ne peut pas manquer de s'en apercevoir.

Ses inclusions lui apparaissent comme d'informes et irrégulières petites masses sur lesquelles il est sobre de détails précis. Elles gisent dans la matière vivante comme les amandes dans la pâte et leur constitution morphologique lui paraît totalement inconnue. Forme, disposition, agencement réciproque, morphologie, etc., tout cela lui a échappé. Ce qu'il donne est un minimum irréductible, une sorte de constatation d'existence, déjà faite par d'autres, mais couronnée d'une théorie déjà banale. La figure 21 qui reproduit un des meilleurs dessins d'Altmann, met à nu la simplicité rudimentaire de ses vues sur la constitution générale du sarcode et la profonde inexactitude de sa conception.

Nageotte ne paraît pas se rappeler qu'Altmann voyait de petites « sphères » bactériformes, unies en zooglées par un mucilage, à la manière des bactéries, et qu'il tenait les cellules animales comme des produits de colonies bactériennes ! Le type conventionnel que Nageotte s'est efforcé de faire acclamer par les romantiques de la science, est le produit d'un double emprunt fait par Altmann. Celui-ci s'est emparé de nos éléments chromophiles, pour en faire des sortes de microbes sociaux ; il a emprunté à Béchamp ses idées spéciales sur la persistance de la vie chez les granules (*microzymas*), après la mort de l'ensemble, sans rien y changer, et il n'est pas contestable que l'œuvre d'Altmann tient essentiellement dans ces deux annexions !

En résumé, et pour revenir à la terminologie de Nageotte, nous avons *pressenti*, le premier, la véritable constitution du sarcode, *jusque dans ses détails*, mais,

un nombre respectable d'années après, Altmann, l'a *découverte, sans rien y voir*. C'est ainsi qu'en a décidé un esprit subtil dont l'intervention est essentiellement un acte de foi, sans preuves, en... Altmann.

Après cet examen critique, le lecteur voudra bien nous permettre, nous en avons la conviction, de rappeler en toute brièveté notre propre point de vue.

Dans nos recherches, nous n'avons pas envisagé le sarcode tel que nous le présente un dogmatisme illégitime ; nous l'avons pris tel qu'il est. Nous n'y avons rien délaissé, tout y étant important, et nous avons toujours estimé que vouloir le tronquer, c'était entrer dans une fausse voie. C'est donc à un tout inséparable que nous avons consacré notre travail et notre attention soutenue, et nous avons vite remarqué que les opinions courantes péchaient par bien des côtés.

Quand nous avons découvert les inclusions chromophiles, nous avons constaté aussitôt qu'elles n'étaient pas isolées dans une masse amorphe, mais qu'elles étaient contenues dans des cavités bien définies sur la paroi desquelles elles se moulaient. Ces vacuoloïdes n'ont rien de simples impressions dans une masse molle, comme d'aucuns le proclament. Elles ont des caractères morphologiques propres ; elles ont leur évolution, distincte de celle de leurs inclusions.

Elles sont loin d'être toujours régulières, arrondies ou ovalaires, en un mot, schématiques. Elles présentent, au contraire, les formes les plus variables, qui ne dépendent pas de leur contenu. Ce sont souvent des creux irréguliers, d'une grande variété, avec des diverticules divers, en des points déterminés, dans lesquels se prolongent des sortes de pseudopodes, issus des inclusions.

Nous avons étudié les inclusions elles-mêmes, avec minutie et exactitude.

Enfin, nous nous sommes occupé de la « matière fondamentale » d'après un plan persévérant et réfléchi, et nous y avons trouvé une haute organisation.

Après cela, il est possible de se demander quelle peut être la mentalité de Nageotte, quand il vient nous parler de *pressentir* et de *découvrir*. En tout et pour tout, nos observations étaient bien au-dessus de celles d'Altmann, copiste superficiel. Nous avons édifié une morphologie totale de la matière vivante, en travaillant à la manière des gens consciencieux et sans faire la moindre réclame, d'aucune sorte, avec cette circonstance exceptionnelle qu'étant le premier, nous n'avions pas la ressource de pasticher rien ni personne.

Altmann a trahi lui-même sa faiblesse. Agissant peu correctement, mais voulant paraître sincère, il devait nommer ses fausses trouvailles, en véritable initiateur. Il fallait donner un nom et il n'osait le faire purement et simplement. Aussi imagina-t-il un biais un peu enfantin. Il déclara se placer à un point de vue nouveau, le *point de vue biologique*, et les appela *bioblastes*. Ce procédé insidieux ne saurait tromper personne sur ses visées secrètes qui, du reste, ont abouti. S'il suffisait de changer de point de vue, chaque élément pourrait avoir une foule de noms. Une cellule reste une cellule, à tous les points de vue.

Les pionniers des voies nouvelles surprennent l'opinion, sans la préparer assez ; il est fréquent qu'on les accueille fraîchement. Cependant, c'est leur tâche qui offre les plus grandes difficultés. Il est infiniment plus aisé de décrire ce qui est déjà connu. Il n'est même pas difficile de mieux faire que les premiers auteurs, puisqu'il suffit de perfectionner, dans une mesure quelconque.

Trompé par les assimilations contestables de R. Dubois,

Nageotte a cru devoir établir une sorte de parallélisme entre nos éléments et ses *vacuolides*.

Nous avons connu Dubois en 1881 ; il arrivait du Mans, où il pratiquait la médecine. Nous lui avons été présenté par R. Blanchard, au laboratoire de Paul Bert. D'autre part, nous l'avons introduit chez Künckel d'Herculais, où nous avons longtemps travaillé.

Pendant une longue période, nous nous voyions tous les jours, et, entre deux parties d'échecs, nous nous entretenions de la matière vivante. Le marbre des tables de café du Quartier Latin portait tous les jours la trace crayonnée de nos progrès. Dubois n'ignorait rien, en effet, de nos découvertes, ni de nos idées. Il n'était pas micrographe et ne connaissait guère le microscope. Aussi fûmes-nous un peu surpris d'apprendre, environ deux ans après, qu'il avait créé le nom de vacuolides, « au point de vue physiologique », pour des vésicules qu'il n'a jamais su homologuer. Nous n'avons rien dit ni rien fait contre ses allures nouvelles, pour ne pas faire de peine à un vieux camarade au cœur très sensible. Lui-même n'osa jamais nous demander notre avis sur ses « vacuolides », car il sentait bien qu'il y avait là quelque chose d'insolite. Notre correspondance cessa, et nous n'eûmes plus que des relations occasionnelles.

Hardy, Botazzi et Verne adoptent un thème nouveau.

Ces auteurs ont cette supériorité d'avoir compris l'importance et la prévalence d'un fait que l'ensemble des autres écrivains a cru pouvoir négliger, pour n'en avoir pas assez saisi la valeur.

De tout temps, nous avons affirmé que l'organisation sarcodique apparaissait nettement, pendant l'état de vie normale.

Les auteurs précités ont saisi toute la portée de cette

observation élémentaire ; ils ont compris qu'elle menaçait de réduire à bien peu de chose, tout un ensemble de doctrines et affirmations.

Il devenait puéril de parler d'artefacts, à propos des structures, et impossible de nier celles-ci qui étaient à la portée de toutes les vues.

Le danger étant constaté et compris, il devenait urgent de tourner la difficulté et de trouver une explication sauvegardant l'orthodoxie. On arrangea une version habile, voire intéressante, capable de préserver pour un temps les dogmes fondamentaux. Le curieux de cette tentative, c'est qu'elle concède *l'existence réelle* des structures sarcodiques, auxquelles le grand nombre oppose un *non possumus* de principe. Il est vrai qu'elle prétend réduire les aspects du sarcode à une signification que nous examinerons à la lumière des faits.

Avec des travailleurs de cet esprit-là, on peut discuter tranquillement. Il en restera toujours quelque chose d'utile.

Une remarque préliminaire nous libérera des *impedimenta* dont ces auteurs se complaisent, à l'exemple de beaucoup d'autres, à compliquer le débat. Ils parlent « des structures granulaire, réticulée, alvéolaire, etc. », dont nous n'avons pas à prendre la défense. La *doctrine granulaire* ne saurait correspondre à une *structure*, dans l'acception du mot ; la *structure alvéolaire* n'a jamais existé que dans les publications d'un auteur plutôt soucieux d'accaparer les résultats d'autrui que d'autre chose, et jamais un travailleur, qui a étudié le sarcode ailleurs que dans les livres, n'aura l'idée de s'en parer ; la *structure réticulée*, telle qu'elle est vulgarisée, est une structure vague et mal connue qui répond à des états divers.

Pour en revenir à nos auteurs, les structures sont,

pour eux, dans la grande majorité, *artificielles* (1). Ils pourraient même ajouter, pour certains cas, *imaginées* ou *mal entrevues*.

Pour eux, le sarcode, *aussi longtemps qu'il est bien vivant, n'a aucune structure microscopique*.

Hardy a donné une version personnelle de l'origine de ces structures, *dans le sarcode homogène*.

La *totalité des structures sarcodiques* serait un simple résultat de la modification des colloïdes du sarcode, sous l'influence des agents qui sont en état de précipiter ou de coaguler ces colloïdes. La précipitation ou coagulation est accompagnée de désimbibition des micelles colloïdales. Ces dernières se changent en granulations qui, en se pressant, forment les granules visibles sous le microscope, les fibres, les trabécules, les réseaux ou les parois des alvéoles...

Et voilà pourquoi le sarcode est structuré ! Si le lecteur ne comprend pas très bien, il lui reste la ressource d'y aller voir.

Ainsi, contrairement à la grande majorité des orthodoxes, les auteurs précités admettent et voient les structures ; ils les expliquent même.

D'autre part, pour eux, toute fixation histologique n'est qu'une coagulation des colloïdes sarcodiques.

« L'idéal sera, dit Verne, une « séparation », à l'état ultramicroscopique, ne permettant point de reconnaître de « phases séparées », dans le protoplasma non différencié. Une mauvaise fixation (Prenant) est celle qui détermine une séparation en masse des deux phases, donnant lieu aux images artificielles décrites plus haut ».

Hardy conclut de ses recherches expérimentales que

(1) Cette affirmation se concilie mal avec leur doctrine, étudiée plus loin, qui en fait des produits de déclin.

« le protoplasma cellulaire réagit envers le sublimé ou l'acide osmique (entre autres) de la même façon qu'un colloïde soluble envers un réactif qui le transforme en un colloïde insoluble ».

Nous avons vu plus haut ce que les physiciens pensent de ces termes appliqués aux colloïdes.

Et maintenant, voici le point saillant, où tendent ces curieuses affirmations, sans lequel elles n'auraient pas la portée désirée.

Les changements qui, d'une façon générale, déterminent la mort de la cellule produisent, dans les colloïdes, la coagulation et la précipitation, que l'on a comparées à la production artificielle d'organisations sarcodiques. Les modifications de ce genre, dans le sarcode, *commencent dès que les cellules sont éloignées des conditions physiologiques. Le plus grand nombre des structures observées dans les cellules fraîches sont des produits de modifications du protoplasma mourant.*

Et les autres, quelle est leur nature et leur origine ?

Ces affirmations sont telles qu'il serait utile de bien préciser leur portée réelle. Jusqu'ici, les apôtres de la propagande dite colloïdale n'ont guère concédé qu'il puisse exister des structures à l'état vivant. Pour eux, il n'est, à peu de chose près, que des artefacts, engendrés par l'action des réactifs, au moment de la mort ou après celle-ci. Au contraire, les visions dont il est question ici s'observent pendant l'état de vie, avant l'emploi d'aucun réactif.

Un doute, à longue portée, paraît être entré dans l'âme de Hardy lui-même, lorsqu'il se récrie : *C'est pourquoi on ne peut pas dire si leur structure préexiste normalement ou est artificielle.*

D'après ce qui précède, les phénomènes qui concou-

rent à la destruction du sarcode engendrent des changements de son aspect qui ont été tenus pour des structures. Ces dernières auraient donc une origine double, les fixations et les fonctionnements imparfaits. Dans ce dernier cas, ce serait un matériel déjà altéré qui serait effectivement fixé dans les préparations. Coagulation et précipitation des colloïdes seraient les derniers termes *communs* à la mort, aux maladies et aux fixations. S'il y a structure, avant la fixation, il y a déclin physiologique.

Voici les propres termes de Hardy, dans la définition des artefacts : « Le colloïde se déshydrate, l'eau d'imbibition devient libre, les micelles colloïdales s'accumulent formant des granules visibles, d'abord à l'ultramicroscope, puis au microscope. Ces granules se rapprochent, s'unissent, forment des chaînes, des couronnes. Les chaînes se ramifient et donnent sous le microscope des fibrilles, des réseaux, des mailles, etc., pendant que l'eau séparée des micelles, suivant les lois de la capillarité, s'accumule dans les mailles en réseau ou dans les alvéoles ».

Voici un exposé capable de faire naître l'impression qu'en allant au fond des choses, l'on ne trouvera pas de points communs entre ce genre de « structures » et les organisations réelles du sarcode !

S'il répondait à la vérité biologique, les conséquences en seraient vraiment énormes. Non seulement, les structures normales passeraient au rang de simples illusions, mais il en serait de même pour les mitochondries et tout une série d'autres réalités.

Ce qui peut aussi faire présumer que ces descriptions s'appliquent à des altérations véritables plutôt qu'à de réelles structures, auxquelles elles ne ressemblent nullement, c'est que Hardy ne craint pas d'ajouter : « Ces

alvéoles s'obtiennent avec la plus grande facilité par différents facteurs nuisibles au protoplasma, pressions mécaniques, agents chimiques ».

Les « alvéoles » n'ont jamais fait partie intégrante de l'organisation sarcodique normale. Nous sommes donc en droit d'attendre que nos auteurs précisent, avec documents démonstratifs à l'appui, qu'ils aient pu produire artificiellement des structures normales et non des altérations morbides. Jusqu'à ce jour-là, lointain sans doute, nous tiendrons notre point de vue si ancien et encore si nouveau.

Formuler des hypothèses n'est pas la fin légitime de l'œuvre scientifique. Théoriser sert à arrondir des résultats fragmentaires, sinon à masquer une certaine impuissance. Pour le faire à bon escient, il importe de se rendre compte, au préalable, si l'on ne fait pas plus de mal que de bien et si ce genre d'activité concorde bien avec les faits, ainsi qu'avec la marche des phénomènes tels qu'ils s'offrent à l'observateur.

« Le protoplasma est si instable, dit Hardy, que déjà le contact avec des solutions dites isotoniques, la diminution de l'oxygène disponible, l'augmentation de l'acide carbonique, les plus petites excitations mécaniques suffisent pour l'altérer ».

Cette judicieuse remarque a son application immédiate.

Si, avant de l'observer ou de le fixer, on soumet le sarcode à de telles manipulations, il ne saurait être surprenant qu'on puisse y observer des altérations. D'autre part, il est des sarcodes dont l'observation présente des difficultés inhérentes à leur manière d'être. Il est aussi difficile de bien voir, dans leur intimité, des masses inertes que d'expérimenter sur elles, et l'on

peut en arriver à se demander comment il est possible d'oser affirmer, dans de telles conditions, que l'organisation sarcodique est une désorganisation maladive.

Pour étudier le sarcode tel qu'il est, le plus facile est de s'adresser aux petits êtres et éléments libres, où les effets de superposition sont réduits au minimum possible. Dans ces conditions, l'on a la faculté d'aboutir à des constatations précises, qu'il serait plus que malaisé d'entreprendre dans un tissu compact.

C'est, de cette façon, qu'on peut établir avec évidence que l'organisation sarcodique est primitive et d'autant plus nette que la matière vivante observée est plus près de son état normal. Nous avons vu, dès 1881, qu'il est des structures, et des meilleures, qui se voient, en dehors de l'action des réactifs, chez l'être bien vivant, et cela nous a paru suffisant, dès lors, pour établir, sur une base inattaquable, que la constitution en question n'est pas un effet de l'emploi de substances chimiques ou colorantes. Dès cette époque lointaine, les structures les plus nettes, précises, fines et régulières, se sont révélées à nous, en pleine vie. Nous y avons puisé la conviction que les théories du sarcode et du protoplasma avaient acculé la science à une sorte d'impasse, tout comme voudraient le renouveler les affirmations les plus récentes.

D'un autre côté, il est des organisations admirables de netteté sur le vif, qui échappent plus ou moins aux plus soigneuses fixations, mais qui, à l'état vivant, ne sauraient laisser aucun doute à l'esprit le plus prévenu.

Sous le microscope, cet état normal est rapidement altéré, dans la plupart des cas, et si l'on veut faire de bonnes préparations permanentes, il faut agir vite, sous peine de trouver, à la place d'une organisation nette

et régulière, un brouillement qui est vraiment une altération.

Pour éviter un si fâcheux contretemps, nous avons pris l'habitude de faire nos fixations avec la plus grande célérité possible. Pour cela, il faut deux personnes agissant de concert. L'une puise les êtres ou les éléments et l'autre les couvre, instantanément, d'une goutte de fixateur. Malgré les précautions prises, il est rare que tout soit bien fixé.

Ainsi, à l'état normal, les structures des êtres vivants sont le plus franches. Cette netteté s'estompe, plus ou moins vite, sous le microscope. Les organismes y sont mal à l'aise, et, avec une rapidité variable selon les cas, leur constitution s'altère plus ou moins complètement. Elle devient confuse et se rapproche vite de l'aspect qui précède la déliquescence granuleuse. Ce sont les parties délicates qui se voilent d'abord et, finalement, on ne distingue plus guère que les portions résistantes. A un état d'une régularité et d'une finesse primitives succède ainsi un ordre nouveau, d'un aspect chaotique, fait d'altérations et précurseur de la mort.

Nous ne voulons pas admettre que ce sont ces altérations qui ont pu être l'objet d'une confusion avec les véritables structures qui, elles, sont franches, nettes et régulières. *Elles sont aussi ressemblantes entre elles, d'un individu à l'autre, et les régions similaires montrent des dispositions analogues, ce qui n'est nullement le cas pour les altérations.* Nous attirons l'attention de nos contradicteurs sur ce point avec la conviction que nous finirons par être d'accord.

En résumé, les structures normales sont généralement délicates ; elles disparaissent avec une certaine facilité, en apparence du moins, chez les êtres qui souffrent, et elles sont remplacées par des aspects nouveaux, sans régularité générale, qui ne doivent pas être con-

fondus avec elles. Certaines parties primitives cependant peuvent persister à l'état de visibilité ; elles sont résistantes, différenciées et adaptées à des rôles précis (fibres, etc..) et persistent dans le chaos environnant.

On peut observer des variations analogues, même après la fixation et la mort.

Les individus ou éléments, fixés, colorés et montés en préparations avec les précautions requises, peuvent montrer la constitution normale. Mais si, au cours de ces manipulations, on a négligé les précautions indispensables, il n'en est plus de même.

Si la fixation doit toujours être très rapide, par contre, l'arrivée du colorant doit être des plus lentes, en quelque sorte par diffusion, sous peine de nuire à l'image.

De même, l'arrivée trop subite d'une gouttelette de glycérine peut faire l'effet d'un véritable voile qui progresse en estompant tous les aspects. Les réfringences s'égalisent et les difficultés de la vision s'en accentuent au point de pouvoir tout masquer. Lorsque les choses ne sont pas poussées aussi loin, on retrouve l'organisation normale mais plus nuageuse.

Ce qui précède fait comprendre avec quelle délicatesse on doit procéder pour faire des préparations vraiment bonnes. Cela montre aussi que les moindres erreurs sont une cause péremptoire d'insuccès.

Il est utile de ne pas perdre de vue que les résultats que peuvent fournir les préparations permanentes, obtenues à l'aide de réactifs, si précieuses qu'elles puissent être, ne constituent qu'une partie de la vérité, à peu près toujours plus ou moins déformée.

Les structures peuvent aussi s'estomper par le jeu naturel des forces vitales.

La bonne santé des êtres élémentaires influe sur l'aspect de leur organisation. Une même vision est d'autant plus nette et plus aisée à définir que les sujets observés se rapprochent plus d'un état bien normal. Le premier effet de tout malaise est de commencer à troubler plus ou moins leur substance. Si l'on observe des Opalines prises dans l'ampoule rectale de Grenouilles qui viennent d'être capturées, elles offriront à la vue une organisation remarquable par sa netteté. Mais, si elles proviennent de Grenouilles amaigries et affaiblies par la captivité, cette organisation se dérobera à la vue, d'autant plus que le dépérissement sera plus accentué. Leur substance offrira un aspect louche, grisâtre, laiteux, et leur structure tégumentaire sera estompée au point de ne plus paraître. Les Opalines semblent alors des êtres vraiment sarcodiques, à substance glutineuse continue, farcie d'une foule de granulations plus ou moins animées d'une sorte de mouvement brownien. Cependant, leur forme générale reste à peu près définie, et leur revêtement ciliaire les déplace presque comme si elles n'étaient pas altérées.

D'une façon générale, chez les Protozoaires, une structure nette et apparente est un signe de bonne santé, que les modifications du milieu ambiant troublent vite, *in vivo*. Cela explique bien des observations discordantes. L'influence des saisons se manifeste aussi pour un œil expérimenté.

Pour obtenir de beaux aspects, il est nécessaire de rechercher les lieux où les faunes microscopiques se trouvent dans les conditions les plus normales et les plus favorables, sans excès d'aucune des conditions ambiantes. Les animalcules des infusions putrides ou semi-putrides, ceux même des cultures, qui se reproduisent sans cesse et en abondance, ne forment jamais qu'un médiocre matériel d'observation, au point de vue

des structures fines. Ils ne laissent pas voir les mêmes détails qui s'observent dans d'autres conditions, et ils n'offrent pas les caractères complets de leurs groupes. Par contre, lorsque les conditions, notamment de stabilité du milieu, sont très favorables, l'on peut obtenir des résultats exceptionnels.

Jadis existait, dans le jardin botanique du Muséum de Paris, un bassin vitré, tranquille, à eau couverte d'une épaisse couche d'Azolla, dont la température moyenne était supérieure à celle de tous les autres bassins et à l'abri de tous les écarts brusques. Là vivaient des organismes incomparablement plus beaux que leurs similaires des bassins voisins et découverts, ou des eaux de n'importe où, à peu près deux fois plus gros que ceux-ci et bien mieux organisés.

Il n'est pas un naturaliste qui, devant ces faits, eût pu penser à la « boue protoplasmique ».

D'une façon variable avec les types de structure, la netteté des aspects varie aussi avec l'âge. Des dispositions bien nettes, chez les jeunes sujets ou dans les organisations jeunes, se masquent quelquefois plus ou moins en raison des différenciations ascendantes; elles peuvent finir par se soustraire à l'observation. C'est ainsi que, par exemple, certaines manières d'être des jeunes spermatozoïdes sont estompés dans les éléments complètement différenciés.

Sur le vivant, les altérations se produisent avec la plus grande facilité. Aussitôt altéré, pour une raison quelconque, par exemple, par une exposition même courte à la lumière, le sarcode perd son aspect, puis se fluidifie, se désagrège, devient granuleux, trouble même, et son organisation disparaît; c'est l'annonce de la mort imminente. Sous le microscope les structures s'estompent plus ou moins vite et la dégénérescence sarcodique masque leur vue. Il existe aussi des dégénérescences

hyalines normales, voilant de véritables structures *anatomiques* ordinaires, qui ne sauraient être mises en doute (testicule des vieillards, membrane vitrée de la vésicule de Graaf, etc.).

La *déliquescence granuleuse* est un processus morbide, dont les premières phases se voient aisément chez les Opalines mal cultivées, qui ont l'avantage de conserver leur forme générale, à peu près normale. Elle accompagne la fin des êtres inférieurs, avec déformation totale et diffluence, au moment de la disparition de la structure, quand la nature de l'enveloppe du corps le permet. C'est souvent une sorte de détente plus ou moins brusque, comme si le contenu fluidifié était sous pression, une diffluence générale, avec apparition de granules réfringents, due peut-être au relâchement des parties élastiques et contractiles. Elle a été vue de tout temps sans jamais avoir été bien étudiée, notamment au point de vue de la nature précise des granulations qui se manifestent ainsi. Nous ne possédons là-dessus que des suppositions et non des données précises. S'agit-il de produits de l'activité du sarcode ou d'éléments protéiques densifiés ou encore de résultats de coagulations ? Le phénomène mériterait une étude méthodique, secondée par une technique délicate et expérimentée. Peut-être y aurait-il quelques rapprochements à faire avec ce qui s'observe dans le processus des sécrétions.

Nous résumons ce long débat en rappelant que, pour les trois auteurs cités plus haut, les structures sarcodiques apparaîtraient avec les processus morbides, dont elles ne seraient qu'une conséquence directe.

Pour nous, cette opinion consacre, sans aucun doute, une confusion de faits, l'organisation sarcodique existant normalement.

On peut se rendre compte, par l'observation directe, que l'âge de ces organisations, leur évolution fonctionnelle, les conditions vitales, la santé ou la maladie et divers autres facteurs généraux ou spéciaux peuvent les masquer plus ou moins vite ou complètement.

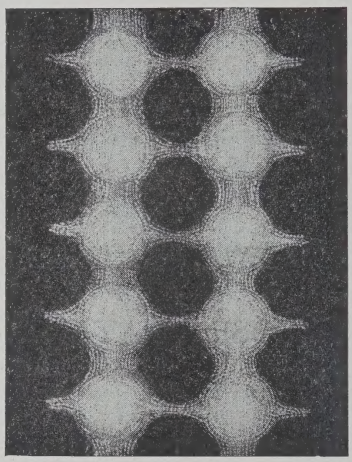
Des faits similaires se constatent aussi au moment de l'exécution de préparations permanentes, où les structures peuvent s'évanouir pour de simples raisons techniques. Les préparations sont nettes ou confuses, leur plus ou moins d'invisibilité dépendant de facteurs de second plan.

Pour n'apparaître pas clairement, les organisations n'ont pas toujours disparu pour cela. Des exemples sans nombre et péremptoires établissent qu'elles peuvent persister à l'état invisible.

L'exposé qui précède évoque les étapes fondamentales de la marche de la science, concernant l'organisation du sarcode. Nous n'avons cité qu'un nombre relativement restreint d'auteurs, quoique bien d'autres chercheurs aient étudié la matière vivante. C'eût été une tâche longue et ardue que d'analyser une interminable succession de travaux. Aussi, nous sommes-nous bornés au nécessaire, d'autant plus que, si méritants que pussent être ces observateurs, ils ne se sont pas toujours employés dans une direction telle que nous eussions eu vraiment le devoir d'en parler.

DEUXIÈME PARTIE

EXPOSÉ PRATIQUE



Vue superficielle (schéma).

CHAPITRE VIII

STRUCTURE VACUOLOÏDAIRE

Quand les conditions de l'observation s'y prêtent, il n'est pas douteux que le sarcode montre, dès l'état vivant, une organisation générale et définie.

D'autre part, si on le prépare d'après des méthodes

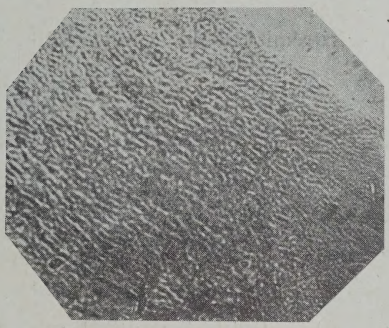


FIG. XXII. — Réseau sarcodique orienté.

favorables, on y observe une constitution analogue, quoiqu'un peu moins apparente.

A vol d'oiseau, on y distingue un ensemble de lignes claires, arrangées souvent en une sorte de réseau, figurant des mailles variables, qui renferment des inclusions sombres, le tout étant net, clair et facile à distinguer, voire à photographier. C'est cet aspect qu'il convient maintenant d'analyser en détail ; jusqu'ici, nous ne l'avons envisagé que superficiellement et très

grosso modo. Les figures XXII, XXIII, XXIV et XXV en sont des photographies directes.

Si le sarcode est soumis à d'autres réactions qu'une

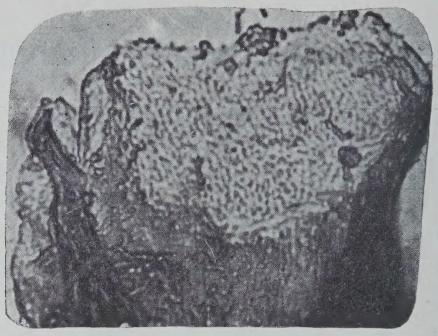


FIG. XXIII. — Extrémité d'une cellule épithéliale à réseau tourmenté.

bonne fixation, son organisation peut paraître déficiente, car on ne la voit pas et, à sa place, on observe une substance amorphe, granuleuse ou brouillée.

FIG. XXIV. — Limite de deux cellules adjacentes, montrant la direction générale des éléments sarcodiques.

Donc, il est des techniques qui décèlent, nettement et sans aucun doute raisonnable, des structures sarcodiques. D'autres, au contraire, n'ont pas pour effet de les mettre en évidence.

Dans ce dernier cas, elles peuvent cependant exister. On les discerne, en effet, fort bien, dans une foule de cas, sous le faisceau parabolique de l'ultra-microscope (Claoué). Il y a là-dessous, sans doute, des faits de réfringences égalisées qui les dissimulent, à l'examen direct.

Jadis, nous pratiquions déjà la recherche des structures, à l'aide de la lumière oblique. A cette époque lointaine, c'était une véritable mode que de chercher à « résoudre » les tests difficiles de Diatomées. Certains de ces tests, réputés plus ou moins insolubles, résistaient à l'examen microscopique direct et ne lais-

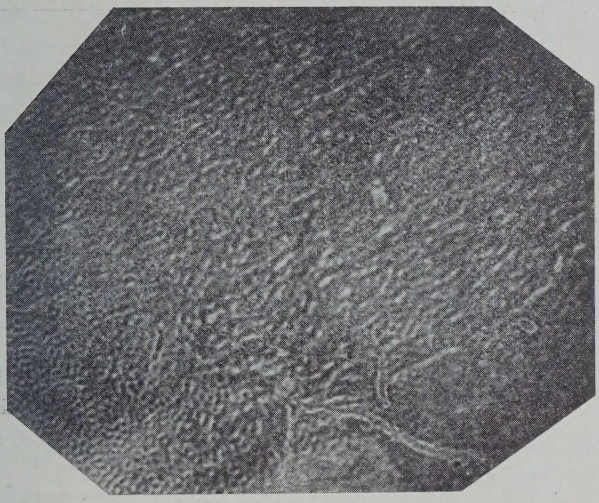


FIG. XXV. — Sarcode orienté, à éléments tortueux.

saient percevoir qu'un aspect flou, en quelque sorte, amorphe. La lumière oblique modifiait la situation, dans une foule de cas, et, à la place du chaos primitif, elle décelait une constitution admirable.

La matière qui forme le réseau clair correspond à ce qu'on dénomme souvent la « substance fondamentale » ; les inclusions chromophiles sont classées dans la grande catégorie des « granulations », telles sont les vues morphologiques générales, actuellement en faveur.

Dans les cas simples ou élémentaires, la section transversale des tractus clairs équivaut à peu près au diamètre des inclusions foncées.

Après une certaine évolution ou dans d'autres circonstances, ces rapports peuvent varier. C'est ainsi que les vacuoloïdes se montrent souvent plus dilatées que les tractus clairs. Il se peut aussi que ce soit l'inverse qui ait lieu.

En général, les deux sortes de substances apparentes, la claire et la sombre, sont plus ou moins opaques, ou à peine translucides. Elles peuvent aussi être transparentes.

Les réticulums présentent des caractères variables.

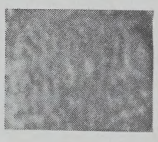


FIG. XXVI. — Fragment sarcodique.

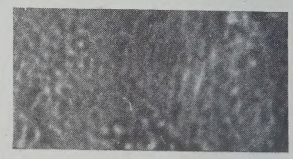


FIG. XXVII. — Autre fragment sarcodique.

Ils peuvent être d'une régularité parfaite ou se montrer irréguliers et tourmentés, à tous les degrés.

Fréquemment dénués de toute orientation définie, à mailles arrondies, rectangulaires ou polygonales, par pression réciproque, et, pour ainsi dire « indifférents », ils peuvent aussi être « orientés », plus ou moins strictement et régulièrement, dans une direction commune et générale.

Ordinairement longitudinaux, mais aussi transversaux, obliques, etc., ces réseaux orientés sont rectilignes, ondulés, spiraloïdes, etc. Tous les degrés s'observent dans ces dispositions, depuis la plus grande simplicité,

jusqu'aux complications les plus extrêmes et les plus inattendues (fig. XXVI et XXVII).

Lorsque nous avons publié, il y a plus de quarante ans, un résumé à vol d'oiseau de nos études sur le sarcode, nous nous sommes bornés à en retracer les traits généraux les plus saillants, sans énumérer tous les caractères particuliers de ses innombrables variations.

Nous nous réservions de leur consacrer des descrip-

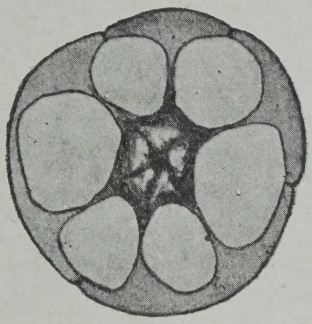


FIG. XXVIII. — Elément sphérulaire libre, d'après un vieux croquis (1881), pris soit chez l'Arcelle, soit chez le *Plasmodium aquaticum.*

tions ultérieures plus précises, avec tout le soin requis, et d'en faire l'objet de publications particulières et circonstanciées.

C'est dans cet esprit que nous avons omis de traiter d'une façon détaillée, notamment, la question si captivante et si imparfaitement comprise de la « matière fondamentale » des auteurs, c'est-à-dire du prétendu substratum amorphe, contenant des granules, auquel on paraît tant tenir, et celle des éléments sphérulaires libres, dont l'intérêt n'est pas moins considérable (fig. XXVIII et XXIX).

Nous avons cependant pris certaines mesures de pru-

dence, de nature à sauvegarder nos droits de priorité.

Par exemple, en 1883, nous avons publié, dans le *Journal d'histoire naturelle de Bordeaux*, du professeur Guillaud, un travail sur les « Origines de la vie », où nous n'avons fait, intentionnellement, aucune allusion

FIG. XXIX. — Plasmodium aquaticum.

aux sphérules libres et à leurs curieuses complications. Toutefois, nous avons adopté une manière de faire qui nous permettait de prendre date, en ajoutant en note au bas d'une page de notre tirage à part (500 exemplaires) un court alinéa, signalant leur existence et leur constitution. Cette note n'a pas échappé à l'œil fureteur de tout le monde, car nous avons retrouvé une allusion

discrète, issue de la plume d'un autre auteur, qui reproduisait notre description, à peine dénaturée.

A cette époque lointaine, nous inaugurions la rédaction du mémoire complémentaire qui devait parfaire notre exposé primitif, lorsque commença la campagne d'outre-Rhin, suivie de ses imprévisibles concours.

Les circonstances qui encadrèrent ces événements nous décidèrent à cesser notre rédaction. Quelques personnes (Balbiani, Giard, Blanchard et d'autres) regrettèrent notre décision. C'est ici que nous recommençons notre ancienne rédaction.

Que notre abstention ait pu être critiquable, c'est possible. Elle l'est peut-être d'autant plus qu'aujourd'hui encore, *nous retrouvons la science, à quelques nuances près, au même point qu'en 1880.*

C'est toujours la conception de Dujardin qui règne, inavouée, il est vrai, c'est-à-dire la notion des apparences simplistes d'une matière fondamentale amorphe, parsemée de granules.

D'autre part, il est avéré aussi que nombre de publicistes se sont taillés des réputations, en soutenant ce thème du moindre effort, tant il est vrai qu'il sera toujours plus facile de critiquer que de créer, devant le public primesautier et incompétent.

Et la science s'enrichit en légendes là où l'observation serait le plus nécessaire.

*
* *

Avant de nous étendre sur les caractères de la « matière fondamentale » des auteurs, une remarque préliminaire est à faire, dans ce petit livre où nous sommes contraints de nous occuper autant de préjugés invétérés que de fournir des précisions d'observation.

L'étude du sarcode a donné lieu à une foule de trouvailles morphologiques, de tous genres, fibrilles, granules, vacuoles, vésicules, etc., faites par d'innombrables observateurs. On n'en persévère pas moins à le tenir pour une matière amorphe, en se couvrant de prétextes explicatifs divers.

L'on entend dire que ce sont des productions exceptionnelles ou des résultats d'évolutions spéciales ou encore des néoformations fonctionnelles, etc., inaptes à modifier le caractère fondamental amorphe de la matière vivante.

Envisageons, à titre d'exemple, les formations fibrillaires, si nombreuses et si variées dans le sarcode, en général. Nous sommes d'autant plus disposés à examiner ce cas particulier qu'ici on ne saurait dire que nous sommes les seuls à avoir vu les faits. Tant d'auteurs (Flemming, Ballowitz, Camillo Schneider et une infinité d'autres) ont si souvent envisagé cette question, vu et revu ces éléments, sous tous les aspects, que l'on peut bien s'étonner du peu de compte qui en est tenu.

A quelques exceptions près, ce qui a surtout attiré l'attention des auteurs, ce sont des fibrilles bien différenciées et adaptées à des rôles plus ou moins définis. C'est dire que ces formations sont relativement grosses, visibles, évidentes. On les observe avec une facilité relative, en des points spéciaux, où leur rôle est compréhensible. Souvent différenciées en masse, elles peuvent surtout s'observer beaucoup moins nombreuses que certains éléments fibrillaires plus simples, dont il est question plus loin.

Nageotte qui est un des derniers en date à parler de fibres, dit que des formations fibrillaires sont *contenues* dans la matière fondamentale et affirme qu'*elles proviennent de la propriété que possèdent certaines sub-*

stances quaternaires de se coaguler sous la forme de fibrilles ! Il dit aussi, plus loin, *qu'elles résultent, suivant toute vraisemblance, du développement progressif d'une disposition (?) primitivement trop délicate pour être aperçue !*

Nageotte est donc fidèle à la conception ordinaire d'un mucus fondamental, contenant des éléments qui, ici, sont des filaments. Il eût peut-être été moins loin de la vérité en disant que ces fibrilles *constituent* la substance fondamentale.

Quant à la procréation des filaments par *coagulation* de ce fluide, ce serait le seul exemple de formation d'éléments figurés morphologiques par un processus morbide. Faudrait-il acclamer, après cela, la génération spontanée, les blastèmes et tous les processus que l'imagination peut suggérer, quand elle n'est pas guidée par l'observation ? Robin croyait à la genèse indépendante de certains éléments cellulaires. Ici, il s'agit d'unités moins élevées et plus générales, unités fondamentales qui naîtraient librement par le fait d'un phénomène chimique, simplement parce qu'on n'a pas réussi à voir autre chose ! Serait-il indispensable de donner des explications, même improbables, de tout ce qu'on a sous les yeux, quand on ne sait pas ? Ne vaudrait-il pas mieux ne pas s'engager dans des voies aussi évidemment provisoires et laisser plutôt une aussi grosse question sans solution dogmatique ?

Affirmer que les fibrilles résultent, suivant toute vraisemblance, d'un développement progressif, d'une *disposition trop délicate pour être aperçue* est une impression toute subjective, en quête d'une notion qui se dérobe. En dehors de toute invocation d'un excès de délicatesse quelconque, il est de toute évidence que la formation des fibrilles différenciées est précédée d'un état préparatoire. Nous en traiterons plus loin.

Dubois a déjà fait une remarque analogue.

Il a déclaré qu'avant l'apparition des granules sécrétés (vacuolides), il ne voyait *rien*, c'est-à-dire que *la substance vivante était inorganisée, à ce stade-là*. Nous lui avons fait remarquer que la théorie des blastèmes était périmée depuis longtemps et que c'était au moment précis où il ne voyait rien qu'il devait trouver la structure typique du sarcode, dont tout le reste était dérivé.

Il ne nous appartient pas de suivre les auteurs dans leurs supputations, à tendances imaginatives ou transcendantales. La microscopie pratique ne nous montre rien qui permette de nous élever au-dessus des réalités constatables.

Nous allons donc revenir à l'observation des faits, et suivre ses enseignements.

La matière fondamentale, qui nous occupe ici, n'est pas un simple mucus, même lorsque l'observateur, pour des causes variables, n'y perçoit aucune organisation. Elle se distingue par des constitutions morphologiques bien définies, plus ou moins évidentes, qui n'autorisent aucune assimilation avec une simple « substance » ou avec une mucosité quelconque, et ces manières d'être s'étendent à toute l'étendue des cellules et ne font défaut nulle part.

Il existe, en effet, d'autres fibrilles, plus fines, plus imprécises, plus répandues et généralement bien plus nombreuses que celles auxquelles il a été fait allusion plus haut. Leur nature semble plus élémentaire ou, si l'on préfère, plus *primitive*. Certains auteurs ont pu les pressentir, les entrevoir, mais d'une manière sommaire.

Observons certaines cellules épithéliales (langue

humaine), à l'état vivant ou après les avoir préparées, et nous verrons du premier coup d'œil que l'ensemble

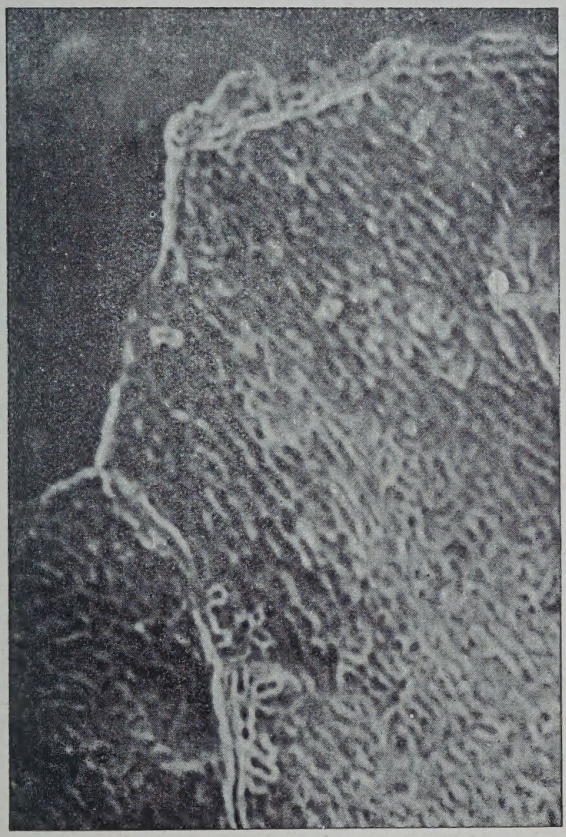


FIG. XXX. — Deux cellules contiguës, très grossies.

de la substance fondamentale de leur couche superficielle paraît constituée par d'innombrables formations fibrillaires, que nous avons dénommées des *fibrilloïdes*.

Leur ensemble forme ce qu'on dénomme communément la *substance fondamentale*.

Eléments morphologiques apparents du sarcode, ces fibrilloïdes se présentent comme des formations manifestes et impossibles à contester. Elles peuvent paraî-

FIG. XXXI. — Disposition analogue.

tre autonomes, une à une, ou être couplées, en quelque sorte, deux à deux (fig. XXX, XXXI et XXXII).

D'une façon variable avec les cellules observées, ces fibrilloïdes peuvent être rectilignes, ondulées, entortillées, spiraloïdes, simples ou ramifiées, cela à tous les degrés.

Le lecteur remarquera que ce n'est, du reste, là que la répétition de ce que nous avons déjà dit pour les

réseaux eux-mêmes. Il ne pouvait en être autrement.

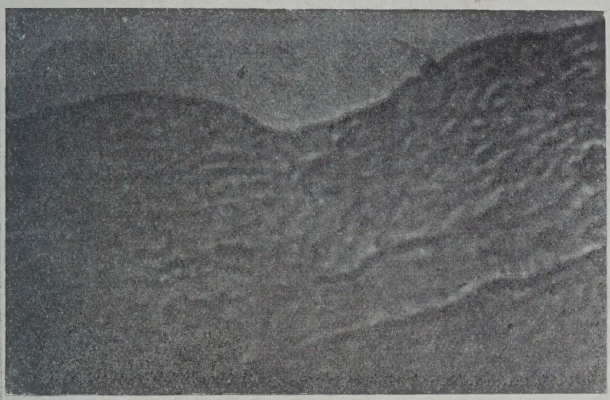


FIG. XXXII. — Portion de cellule très grossie.

L'étude soigneuse de cette manière d'être fait con-

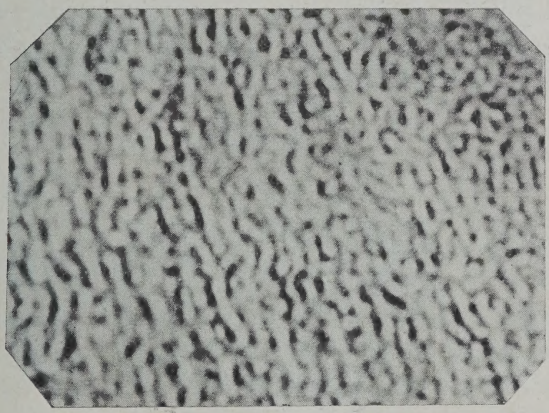


FIG. XXXIII. — Sarcode à un très fort grossissement.

naître que les fibrilloïdes, ou les couples qu'elles constituent, ne s'étendent guère, personnellement, d'un

bout à l'autre de la cellule. Avec une fréquence variable, les deux composants d'un couple, au bout d'un

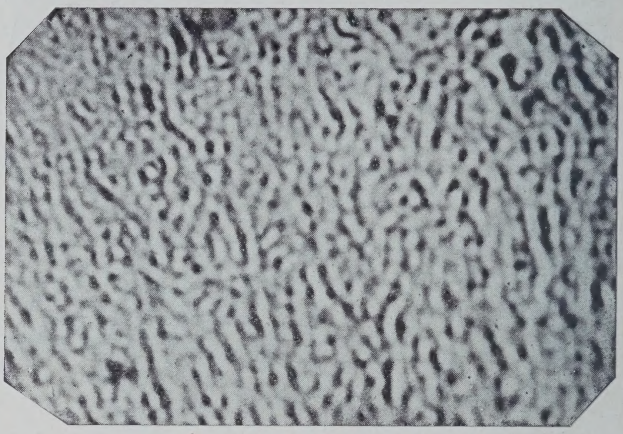


FIG. XXXIV. — Sarcode très grossi.

trajet plus ou moins considérable, s'unissent en une pointe terminale, qui va concourir aussitôt ou non à la

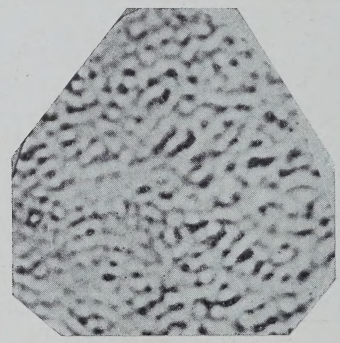


FIG. XXXV. — Portion sarcodique très grossie.

constitution d'un nouveau couple, et ainsi de suite, jusqu'au bout. Dans l'étendue de la cellule, un certain

nombre de couples peuvent se succéder. Cette disposition pourrait être tenue, à la rigueur, pour un processus de ramification. Les figures XXXIII, XXXIV et XXXV montrent des fibrilloïdes, à un grossissement considérable.

La description qui précède n'est pas applicable dans toute l'étendue de la surface cellulaire, tout au moins comme direction des fibrilles et comme disposition générale.

Certains aspects sarcodiques montrent une orienta-

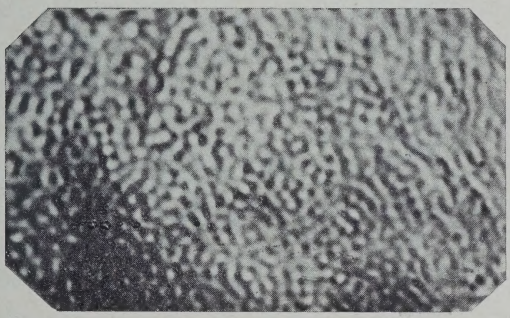


FIG. XXXVI. — Sarcode non fibreux.

tion atténuée des éléments, au point qu'on n'y distingue pas de fibrilloïdes ordinaires. Cependant, celles-ci sont virtuellement là. Mais, au lieu de s'étendre en lignes plus ou moins directes, elles sont arrangées de façon à figurer des sortes de mailles, constituant des réseaux variables, souvent en quelque sorte indifférents (fig. XXXVI) ou à couples plus ou moins nets (fig. XXXVII).

Des formations particulières, curieuses mais peu abondantes, qui pourraient bien dériver de la transfor-

mation de couples de fibrilloïdes, se voient éparses dans le champ de certaines cellules.

Cette transformation qui dénote peut-être une fonction adaptative nouvelle, consiste en ce que certaines organisations, rappelant des couples, par leurs dimensions et, en partie, par leur aspect, s'étendent au loin dans la cellule, en ligne droite ou courbe, se fixent dans leur forme et leur constitution, semblent se libérer

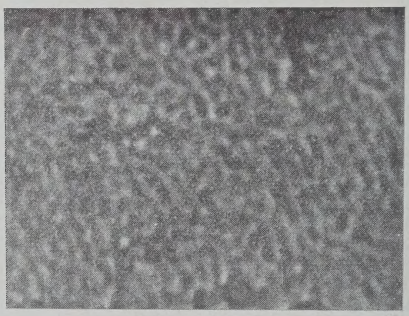


FIG. XXXVII. — Réticulum peu orienté.

plus ou moins de leur contenu normal et affectent en quelque sorte l'aspect de tubes fins.

En d'autres termes, on pourrait présumer qu'il se constitue des sortes de canalicules élémentaires, au sein de la surface structurée, plus ou moins parfaitement constitués, qui se frayeraient un passage à travers les séries de fibrilloïdes ordinaires et assureraient peut-être un rudiment de fonction circulatoire intracellulaire. Peut-être aussi n'est-ce là qu'une apparence sans réalité ? Quoi qu'il en soit les tubes fins y sont. On en voit deux ou trois, par exemple, dans la figure XXV.

Ces sortes de tubes élémentaires (?) semblent même être parfois en connexion avec un rudiment de réseau basal, d'un aspect plus fourni et même doté d'anastomoses.

*
* *

D'autres particularités frappantes caractérisent nos fibrilloïdes.

Un examen attentif, même aux grossissements non extrêmes, montre, sur la longueur de chacune d'elles, une série d'étranglements, entre lesquels il y a autant de renflements qui leur confèrent un aspect général moniliforme.

En d'autres termes, on y distingue des corpuscules, disposés régulièrement en manière de chapelet, séparés les uns des autres par des rétrécissements plus ou moins appréciables, à peine accusés et relativement courts et épais, ou allongés et amincis d'une façon caractérisée. Ces renflements se succèdent assez uniformément, d'un bout à l'autre de la fibrilloïde, de sorte qu'on puisse admettre qu'il y a là des corpuscules fondamentaux, placés bout à bout et dérivant d'une multiplication par division d'éléments primitifs, en séries longitudinales. D'autres remarques ramènent à la même conclusion.

Nous désignerons ces globules par le nom de *granuloïdes* ; ils se remarquent distinctement dans les sept dernières figures qui précèdent, de même que la particularité signalée plus loin.

Il y a lieu de remarquer que nous retrouvons ici une disposition analogue aux filaments simples, formés d'une série unique d'éléments, que nous avons déjà signalés pour les Bactériacées libres.

Les choses se compliquent encore par une disposition complémentaire qui n'est pas, selon toute probabilité, sans quelque signification importante.

Dans les fibrilloïdes contiguës, les granuloïdes sont

situées à peu près au même niveau, souvent avec une régularité fort appréciable. Entre les zones équatoriales de ces globules, on distingue un tractus commissural, formé de substance claire, plus ou moins visible ou grisaillée, suivant les cas, qui relie entre eux les voisins de même niveau.

Les espaces en forme de fentes longitudinales, situés, tout le long, de chaque côté des fibrilloïdes d'un même plan, se trouvent ainsi subdivisés en une succession de logettes en séries, qui apparaissent comme autant de points sombres, dont l'ensemble sépare les fibrilles les unes des autres.

En résumé, les fibrilloïdes, formées de granuloïdes, sont moniliformes ; entre elles se trouvent des espaces, en fentes parallèles, qui sont divisés en petits creux, disposés en séries longitudinales, par des tractus transversaux, émanant de la zone équatoriale des granuloïdes. Il existe ainsi un ensemble de petites organisations en échelles, qui déterminent l'existence de logettes en séries, les *vacuoloïdes*, délimitées chacune par quatre sphéruloïdes.

Nos éléments fibrilloïdes ne sont pas des *fibrilles*, dans le sens ordinaire du mot. *Leur constitution est primordiale et procède directement de celle de la matière vivante primitive elle-même* ; elle rappelle, à la fois, l'origine première des fibrilles sarcodiques, en général, et celle des êtres vivants les plus simples, formés d'éléments en séries uniques.

Nos fibrilloïdes ne diffèrent de la *matière fondamentale* ordinaire *que par l'orientation de leurs corpuscules constitutifs*. Ceux-ci étant disposés en files, l'aspect général en devient « fibreux », *sans qu'il y ait encore là de véritables fibres*, dans le sens courant du mot. Les sphéruloïdes sont souvent agencées dans d'autres ordres,

et l'aspect fibreux s'évanouit pour faire place à d'autres manières d'être. Il y a des réseaux, lorsque ces sphéruloïdes enclosent, en certain nombre, 4, 6, 8, etc., de petits espaces, souvent d'aspect compliqué. Ce sont là des formations spéciales qui peuvent varier du simple au complexe. Nous en parlerons plus loin.

L'on remarquera que, dans la description qui précède, aucune part n'est faite aux tendances théoriques courantes. On n'y trouve que des descriptions simples, voire un peu sèches. Il ne nous paraît pas désirable de conférer à la science une allure abstraite ou mystique, en y introduisant des notions obscures, n'expliquant pas grand chose, si elles n'obscurcissent pas tout, ou se bornant à masquer le vide de certaines affirmations, car il est essentiel de ne jamais oublier que c'est l'observation qui doit être la grande pourvoyeuse d'idées du biologiste. En faisant attarder la science dans les troublantes cogitations du mystère, on arrive à freiner les réalités, au bénéfice de l'insondable. Il ne faut pas oublier que la théorie est une chose et la réalité une autre.

*
* *

Lorsque les fibrilloïdes s'adaptent à certains rôles, leur aspect se modifie parallèlement. Les granuloïdes s'éloignent souvent alors les unes des autres ; on peut les voir séparées par des intervalles variables, plus ou moins grands ; elles peuvent aussi s'estomper, et, dans ce cas, le tractus fibrillaire persiste seul, pour se modifier dans sa constitution physique et sa nature chimique. Ce sont alors de véritables *fibrilles*.

Il faut ajouter que les fibrilloïdes montrent une tendance à se tordre sur elles-mêmes et que, d'autre part, les couples présentent une tendance analogue à se

contourner en spirale allongée, plus rarement serrée.

Entre les fibrilloïdes, il y a des cavités en séries, les *vacuoloïdes*, qui là sont *primordiales*. Dans les formations plus complexes, les cavités vacuoloïdaires sont plus compréhensives ; elles peuvent être subdivisées.

Au microscope, dans les cas envisagés, les vacuoloïdes se manifestent sous les apparences de petits points sombres, logés dans les intervalles séparant les fibrilloïdes et disposés en séries longitudinales.

Dans les réseaux orientés (1), elles affectent, tout naturellement, une disposition sériaire. Dans les réseaux indifférents, elles sont éparpillées d'une manière uniforme et symétrique, souvent en sorte de quinconces.

Les vacuoloïdes contiennent des inclusions chromophiles. Il y a donc lieu d'y considérer les *cavités* qui les contiennent et les *éléments* qui sont contenus.

La forme et les dimensions des inclusions sont diverses.

On constate, cependant, une certaine uniformité générale, pour ainsi dire, à vol d'oiseau. C'est ainsi qu'il est des cellules où les vacuoloïdes, disposées en petites séries correspondant aux couples de fibrilloïdes, sont toutes de petites dimensions. Dans d'autres cellules, elles peuvent être de plus grandes dimensions moyennes.

Les inclusions et les vacuoloïdes qui les contiennent correspondent aux *granula* de certains auteurs bien que, dans une foule de cas, elles aient plutôt l'aspect d'autre chose. Ces deux sortes de formations sont bien distinctes les unes des autres.

Les vacuoloïdes ne sont pas de simples impressions, logeant les inclusions ; ce sont des cavités bien défi-

(1) L'aspect réticulé peut y dériver de divers processus, notamment, de la dilatation personnelle des vacuoloïdes, ou du groupement des sphéruloïdes (couples dilatés, aréoles, etc).

nies, à existence propre, dont le siège est au niveau des rétrécissements latéraux des fibrilloïdes ou, si l'on préfère, au niveau des intervalles qui séparent entre elles les granuloïdes dans les fibrilloïdes. Le développement de ces cavités est généralement parallèle à celui des inclusions ; il peut être divergent.

Dire que les inclusions paraissent des granules, c'est s'en tenir à un examen superficiel, à un grossissement insuffisant. Elles n'ont pas la forme globuleuse qu'on leur assigne, mais plutôt celle des cavités qui les contiennent et sur lesquelles elles se moulent, en engageant des prolongements dans toutes leurs dépressions.

Il est inutile d'être géomètre émérite pour saisir, d'après la constitution décrite de la substance fondamentale, que ces cavités présentent des irrégularités régulièrement réparties et que leur forme est, à la fois, compliquée et définie par la constitution même des fibrilles environnantes.

Les cavités vacuoloïdaires, étant placées entre des fibrilles régulièrement étranglées, sont délimitées par des corpuscules bombés, aux quatre coins, et par des dépressions en avant, en arrière, à droite et à gauche ; elles présentent donc des rétrécissements et des irrégularités. C'est ainsi qu'il y a un enfoncement, de chaque côté, au niveau des étranglements des fibrilloïdes et un enfoncement en avant et en arrière, au niveau des ponts transversaux. Les inclusions, se moulant sur cette constitution, sont donc accidentées. En outre, il existe encore d'autres prolongements, visibles dans nombre de cas, et engagés dans des dépressions moins régulières. Il est de ces cavités vacuoloïdaires qui ne sont pas sans produire l'impression de sortes de lacunes assez peu régulières, comprenant tous les interstices possibles des fibrilloïdes.

Les inclusions envoient des prolongements pseudo-

podiformes qui se casent dans les dépressions existantes. Ces prolongements sont notablement moins foncés que la masse centrale, d'autant moins qu'ils sont plus ténus. Le corps central est foncé et opaque, de façon à présenter l'aspect d'un corps bien délimité et généralement arrondi. Sa périphérie, grisaillée, saute moins aux yeux. Si l'on peut fixer une impression générale approximative, on peut dire que ces inclusions ne sont pas loin de rappeler vaguement des sortes de petits corps amiboïdes, collés dans les interstices de la substance fibrilloïde.

Les travées commissurales, qui relient entre eux les équateurs des granuloïdes, paraissaient être d'une nature

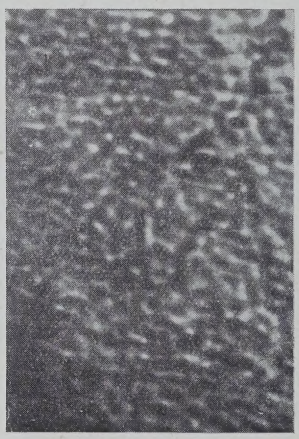


FIG. XXXVIII. — Réseau à grandes mailles.

fort fragile ; elles semblent se rompre avec facilité et peuvent disparaître sans laisser aucune trace. L'un des facteurs qui semblent agir dans ce sens, en dehors de l'action de certaines techniques, gît dans l'accroissement des vacuoloïdes, qui peut réussir à masquer leur présence, sinon à les détruire entièrement.

S'il est vrai que les diamètres comparés des fibrilloïdes et des vacuoloïdes soient souvent analogues, notamment au début de l'évolution, il arrive aussi que cette égalité soit rompue, au bénéfice des vacuoloïdes qui semblent grossir par elles-mêmes et devenir relativement importantes. Dans les tissus élémentaires de cette dernière sorte (fig. XXXVIII et XXXIX), la charpente fibrillaire apparaît comme relativement plus fine ; ses

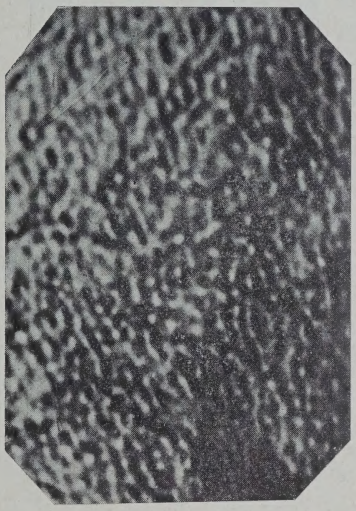


FIG. XXXIX. — Réseau à grandes mailles.

fibrilloïdes se manifestent comme des filaments plus étirés et ses granuloïdes ont l'aspect de petits corpuscules fusiformes ou de points nodaux. Par contre, la surface couverte par les vacuoloïdes apparaît comme relativement beaucoup plus considérable.

La figure XL résume les notions fournies jusqu'ici, dans ce chapitre. Elle a été dessinée par un étudiant en médecine, M. Max de Gurbert, que nous avons simple-

ment mis devant les faits, seul et sans autre concours. Nous la livrons à la publicité telle qu'elle nous a été remise, sans aucune retouche. Ce n'est pas à dire, certes, qu'il n'y aurait pas à rectifier certaines imperfections. Mais elle n'en a pas moins une belle force démonstrative, si l'on se place sur le terrain de la *matière vivante inorganisée*. Que penser de celle-ci, si

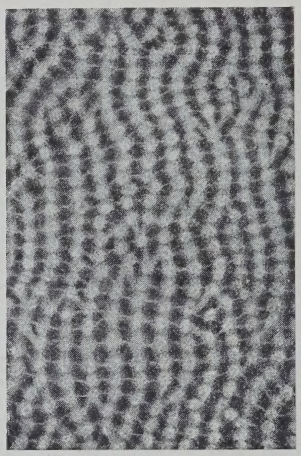


FIG. XL. — Demi-schéma de la structure du sarcode décrite plus haut.

un débutant, réduit à ses seules forces, a pu y voir nettement une telle organisation ?

Au début de la DEUXIÈME PARTIE, une figure hors texte donne un schéma de l'ensemble de l'organisation ci-dessus indiquée.

*
* *

La constitution du tégument des espèces métaboliques n'est pas aussi uniforme que pourrait le faire présumer un coup d'œil rapide.

Chez les Euglènes, comme chez d'autres espèces métaboliques, on trouve, sous la cuticule, des rangées régulières de vacuoloïdes qui, vues de face, apparaissent sous l'aspect de points sombres, alignés en séries longitudinales et séparés entre eux par des travées en échelons, relativement minces. Entre deux files de points parallèles se voient des fibrilloïdes, sous la forme de lames sarcodiques longitudinales, qui sont aussi larges que ces files elles-mêmes. De là, un aspect général fibreux, fait de lignes alternativement claires et foncées, qui affecte une disposition générale spiraloïde, tournant régulièrement autour du corps (voir les fig. I, II et III).

Ainsi, chez ces espèces adaptées à la contractilité, les fibrilloïdes ne laissent guère percevoir une constitution moniliforme. Peut-être est-ce sous l'influence d'une contractilité active qu'elles se sont régularisées en bandes d'aspect plus ou moins homogène ?

Les espèces qui paraissent le moins avancées au point de vue de cette organisation, telle que l'*Euglena viridis*, par exemple, possèdent une structure ectoplasmique des plus fines, difficile à bien préparer, qui semble plus ou moins identique à elle-même dans toute l'étendue du corps (?).

L'*Euglena oxyuris*, qui est plus grande, montre cette constitution plus visible. Elle présente, en outre, des différenciations qui n'ont pas été constatées chez les autres formes métaboliques.

Le corps de cet organisme compte, dans sa largeur, une douzaine de séries de ponctuations. Mais celles-ci ne sont pas toutes identiques entre elles. Il y a deux sortes différentes de séries qui alternent entre elles et diffèrent par leur colorabilité et leurs dimensions. Il en résulte que la visibilité de ces deux sortes de séries est différente. Dans les séries larges, les logettes sont plus

grandes, et, considérées par rapport aux autres, les trabécules sont plus minces et moins visibles. Au contraire, dans les séries plus étroites, si les logettes sont plus exiguës et moins apparentes, les trabécules sont fort nets et semblent former, avec leurs fibrilloïdes latérales, un ensemble plus continu, un couple net, tandis que, dans les séries larges, les trabécules, pâles et minces, y paraissent moins intimement liées (fig. XLI) (1).

Les fibrilloïdes des Euglènes ne s'étendent pas, personnellement, à toute la longueur du corps, ou du

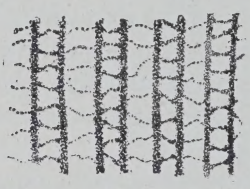


FIG. XLI. — Portion tégumentaire de l'*E. oxyuris*, avec ses différenciations spéciales, très grossie et schématisée. On remarquera que la substance claire est en foncé et la substance chromophile en clair.

FIG. XLII. — Deux couples de fibrilloïdes d'*E. oxyuris*, unis en pointe et constituant des éléments tégumentaires composés (1882).

moins pas toujours. En certains points, elles affectent une disposition qui semble préparer une évolution vers un état nouveau.

On les voit se rapprocher, deux à deux, à angle aigu,

(1) La figure XLI a été dessinée, d'après nature, à un énorme grossissement, par notre collègue Brunel, professeur de calcul infinitésimal. Il est certain que ce cliché ne réalise pas les proportions réciproques des parties d'une façon parfaite ou même suffisante. Il n'en rend pas moins un aspect général remarquable. Les traits noirs représentent la substance claire, et inversement.

pour constituer une pointe terminale unique. C'est la terminaison d'un couple de fibrilloïdes, en forme de fuseau allongé, bordant entre elles une série de vacuoloïdes (fig. XLII). Par une sorte de regroupement nouveau, la structure originelle s'est élevée à un degré d'organisation supérieure.

La constitution tégumentaire spiralée se retrouve chez un grand nombre d'organismes. Elle présente des variations sans nombre, dans ses degrés de torsion, la direction des tours de spire, etc. Chez l'*Euglena oxyuris* et l'*Ambliophis viridis*, cette direction est inverse. Chez les spermatozoïdes, ces tours de spire sont très serrés, ainsi que nous l'avons publié, il y a une trentaine d'années. Les auteurs tiennent pour un filament spiral, dans le segment intermédiaire. Il paraît y avoir là des vacuoloïdes en série et des fibrilloïdes tournant autour du filament axial.

Les complications d'organisation, signalées ci-dessus dans les téguments de certains Flagellés, sont de nature à jeter quelque lumière sur la genèse d'autres dispositions, aussi curieuses que difficiles à expliquer. On peut en citer des exemples, l'un pris chez divers Flagellés, l'autre au sein du parenchyme sarcodique.

Il est des Flagellés parasites qui montrent un aspect rayé, comme s'ils étaient couverts de côtes fines, plus ou moins longitudinales et souvent assez irrégulières. Tels sont, notamment, le *Lophomonas striata* de la Blatte (fig. XLIII et XLIV), le *Polymastix* (fig. XLV et XLVI), que nous avons découvert dans l'intestin de la larve du *Melolontha* et une autre espèce que nous avons signalée chez la larve de l'*Oryctes nasicornis*, etc.

On distingue, dans les téguments de ces animaux,

des lignes droites ou ondulées, parallèles ou anastomosées, s'étendant du pôle antérieur de leur corps au pôle postérieur, où elles paraissent se terminer en pointe. Suivant l'espèce qu'on observe, ces stries se détachent, avec une facilité variable, du corps du parasite et se

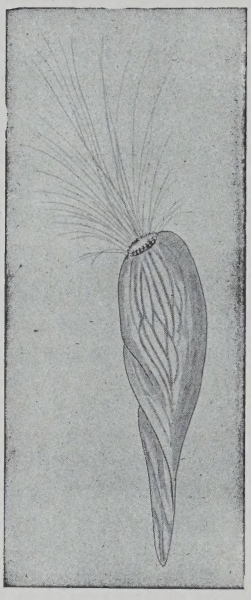


FIG. XLIII. — Lophomonas striata.

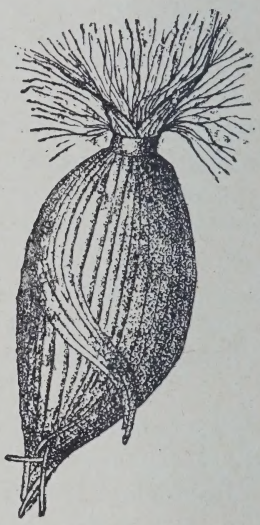


FIG. XLIV. — Lophomonas striata.

manifestent sous la forme de bâtonnets allongés, ordinairement courbes, saillant de la surface tégumentaire, à laquelle ils restent adhérents par une extrémité, dans beaucoup de cas. Ce phénomène, fréquent chez le *Polymastix*, est plus rare chez le *Lophomonas*, où, dans la règle, il n'est pas poussé si loin et où les extrémités postérieures des bâtonnets semblent, seules, devenir quelquefois libres.

Les costules détachées du tégument des Flagellés

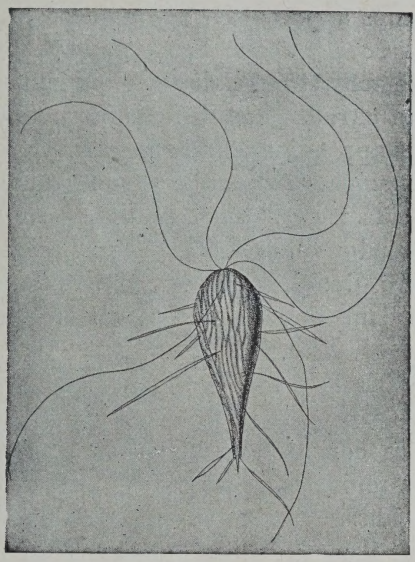


FIG. XLV. — Polymastix.

parasites montrent, dans leur région axiale, une série linéaire de vacuoloïdes pâles. Elles paraissent donc formées de couples de fibrilloïdes, bordant une série de vacuoloïdes, réunies en pointes à leurs extrémités et reliées transversalement par de fins échelons.

FIG. XLVI. — Polymastix.

Donc, il semble qu'il y ait des couples, arrivant à se libérer de toute adhérence, qui constituent des organisations nouvelles, précises et définies.

De tels couples se retrouvent, confusément, il est vrai, dans certaines cellules épithéliales et même dans d'autres éléments cellulaires.

Si flous et imprécis qu'ils puissent être alors, ces sortes de groupements secondaires peuvent arriver à se manifester sous des apparences filamenteuses, encore mal connues. Il se peut que ces organisations puissent acquérir une activité physiologique qui suffise à rendre leur contenu chromophile et nous aurons l'explication de multiples apparitions filamenteuses.

Ces groupements ont une analogie probable avec ce qui se voit chez les Flagellés, de telle sorte qu'il pourrait sembler admissible qu'ils sont une modification de même nature, découlant d'une constitution similaire, développée dans une direction spéciale.

*
* *

Quoique la constitution de la couche tégumentaire des micro-organismes ait donné lieu à des descriptions à peu près aussi diverses qu'il y a eu d'auteurs pour les observer, il n'en est pas moins vrai qu'aujourd'hui il peut être possible d'aboutir à une conception générale assez élastique pour les englober plus ou moins dans leur ensemble.

Certes, les organismes inférieurs offrent des dispositions tégumentaires variables. Si celles-ci rentrent dans un cadre d'organisations plus ou moins analogues, cela suffit à établir une sorte de lien commun, si léger qu'il paraisse quelquefois, entre des formes d'apparence bien différente. Il se peut que, dans divers cas, il n'y ait là qu'une sorte d'analogie superficielle, une simple parenté anatomique, mais le plus souvent il ne paraît guère douteux qu'il y ait aussi quelque chose de plus, et que, dans une foule de formes, elles soient plus ou moins homologues et comparables entre elles.

Dans des cas simples, chez certaines cellules, la

membrane enveloppante ne consiste qu'en une modification élémentaire de l'assise superficielle de vacuoloïdes (fig. XLVII), plus ou moins rapetissée. Cela suffit pour établir une sorte de tégument plus ou moins apte à protéger la cellule et à permettre les échanges osmotiques.

Il est d'autres cas où la modification de la couche superficielle de vacuoloïdes est différente et consiste en un allongement en palissades perpendiculaires à la surface (fig. XLVIII). On peut voir une disposition similaire dans la figure V, représentant un noyau. Il est une foule

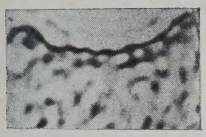


FIG. XLVII. — Membrane cellulaire.

FIG. XLVIII. — Eléments en palissades du tégument.

d'autres exemples où les modifications sont différentes, mais où le résultat est toujours la constitution d'une enveloppe protectrice, formée de vacuoloïdes modifiées. Les éléments superficiels peuvent s'aplatir tangentiellement, etc.

La science courante distingue diverses sortes de membranes cellulaires, dont les plus simples, les *membranes plasmiques*, ne seraient que la couche superficielle (?) de la substance fondamentale, supposée amorphe. Ce serait la caractéristique des Amibes, leucocytes, etc. Il nous est loisible de conseiller de bien préparer les Amibes de la Blatte. Cela suffira à anéantir une telle opinion : on y trouvera une constitution fibreuse péremptoire.

On appelle aussi *membranes vraies* des pellicules à

double contour, ordinairement « anhystes ». Il serait judicieux d'indiquer avec soin où et quand on rencontre ces remarquables formations.

Si, par hasard, on faisait allusion aux membranes chitineuses (cuticules), il serait logique de ne pas oublier que celles-ci fournissent un des exemples les plus nets et les plus péremptoires de la structure vacuoloïdaire.

Chez une grande proportion de Protozoaires, on trouve un tégument caractérisé par une constitution plus fine, plus serrée, agencée d'une façon mieux définie que dans le parenchyme sous-jacent.

A la périphérie, il y a une cuticule, le plus souvent fine et transparente, formée d'une assise vacuoloïdaire aplatie, souvent renforcée vers l'extérieur par une cuticule de sécrétion, mince ou épaisse et alors d'aspect stratifiée.

Au-dessous de cette couche hyaline, on observe un tégument plus réfringent et plus foncé, formé d'un fin plan, à constitution vacuoloïdaire, d'un aspect plus ou moins fibreux, par le fait de l'alignement de ses vacuoloïdes (fig. I, II et III).

La description qui précède correspond à la constitution tégumentaire d'un grand nombre de Flagellés. Mais il s'y trouve quelque chose de plus. C'est ainsi que, par exemple, chez les Cryptomonades, contre la face profonde de l'assise tégumentaire, s'adosse la première couche du parenchyme interne, distinguée par des caractères personnels. Cette couche, d'une grosseur relative et souvent sécrétrice (amidon), présente un aspect mamelonné vers l'intérieur. C'est notre *couche mamelonnée* de 1882.

Chez les Bactériacées, il y a la cuticule, puis le tégument, le tout constituant un ensemble très fin. La cou-

che mamelonnée est représentée par une grosse assise vacuoloïdaire claire, qui borde l'endoplasme chromophile (fig. XLIX et L).

Bütschli a nommé et fait nommer cette assise, *couche*

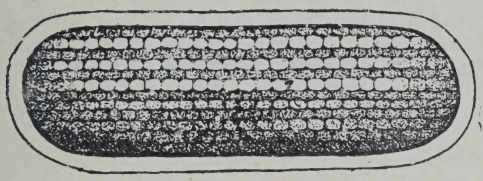


FIG. XLIX. — Bacille montrant la couche tégumentaire sous-cuticulaire.

alvéolaire. Ce n'est pas seulement un faux nom, mais aussi une fausse interprétation. Il n'a pas vu le véritable tégument et l'a tenu pour celui-ci.

Il est à remarquer que les bandes (fibrilloïdes), situées

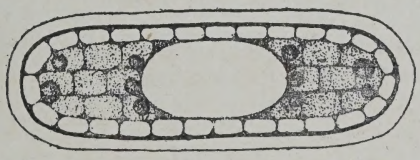


FIG. L. — *Bacillus coli communis*, en coupe optique médiane. Le tégument, invisible à ce grossissement, n'est représenté que par un trait. Au-dessous de lui se voit une assise claire, la *couche mamelonnée*, qui entoure le parenchyme interne. Vacuole centrale.

entre les séries de vacuoloïdes tégumentaires des Bactériacées, ne sont pas homogènes. Elles laissent voir leurs granuloïdes composantes, qui, ici, se touchent, à peu de chose près.

Le tégument des Ciliés montre un nouveau degré d'organisation. Schuberg, élève de Bütschli, en a fait

une *couche alvéolaire*, quoiqu'elle ne soit pas homologue de la couche de ce nom des Bactériacées.

Sa description précise entraîne la nécessité d'intercaler, ici, un petit chapitre spécial, contenant des notions nécessaires à la compréhension de ce qui concerne ce tégument et d'autres aussi.

CHAPITRE IX

ORGANISATIONS SPHÉRULAIRES

Au début de cet ouvrage, nous avons présenté l'organisation du sarcode, en peu de mots, et nous nous sommes bornés à donner les caractères généraux du type élémentaire, tels qu'ils apparaissent à vol d'oiseau.

Avant d'aborder le sujet de ce chapitre, il est nécessaire de spécifier qu'il existe divers types de constitutions, souvent remarquables, dont la plupart ne sont pas des manières d'être fondamentales. Nous n'indiquerons ces derniers que très superficiellement.

*
* *

Entre autres, il existe des constitutions spiralées, plus répandues qu'on ne semble le croire. Sans consacrer un chapitre spécial à ce sujet, nous nous bornerons à vulgariser quelques figures de divers auteurs, qui suffiront à édifier le lecteur.

Dans une superbe étude sur le pédoncule de la Vorticelle, Géza Entz a observé une constitution spiralée des plus remarquables (fig. LI).

Fayod a débuté dans la science par un travail sensationnel, et son abstention ultérieure a suscité de légitimes regrets. Cet auteur a signalé des éléments sarcodiques d'une constitution spéciale. Ce sont de fins

canalicules spiraloïdes, contenant une sorte de fluide (fig. LII), qu'il a dénommés des *spirofibrilles* ou *spiro-*

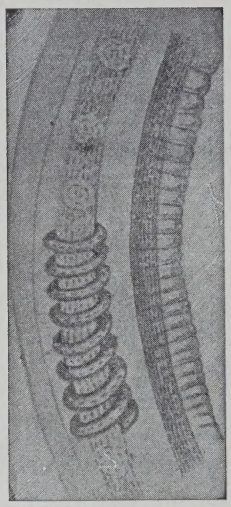


FIG. LI. — Pédoncule de la Vorticelle (Géza Entz).

spartes. Il est inutile d'ajouter qu'il fut la risée des compétences mal averties.

D'autres auteurs (Daday, Prowazek, etc.) ont retrouvé

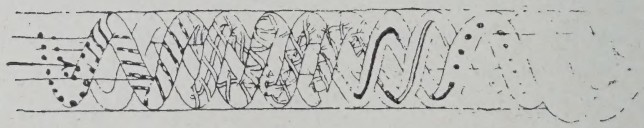


FIG. LII. — Schéma d'un spirosparte (Fayod).

une constitution analogue, dans la substance musculaire striée (fig. LIII).

Il en est de même d'autres observateurs (Raoul Francé, Wildmann, Richter, etc.) qui ont signalé des cordons chlorophylliens à disposition spiralée, dans les *Scenedesmus* et autres formes analogues (fig. LIV).

Matruchot, Velten, Hansen, etc. ont fait connaître une *structure canaliculaire* ou *tubulaire*.

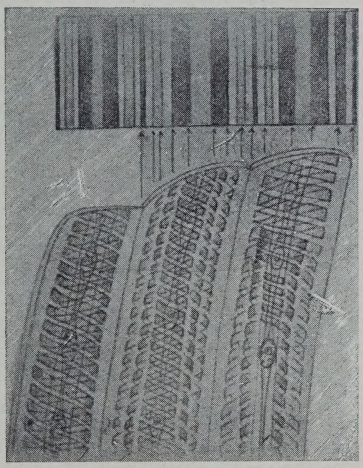


FIG. LIII. — Muscle strié de l'Ecrevisse (Daday).

Une foule d'autres ont vu des « fibrilles » de valeur indéterminée.

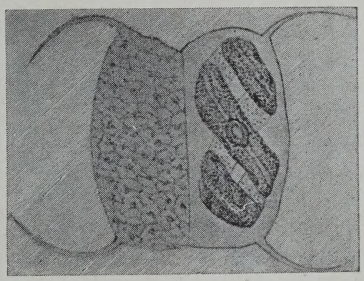


FIG. LIV. — Couple d'algues (Francé).

Les observations qui précèdent sont d'un haut inté-

rêt. Elles n'en sortent pas moins du cadre de ce livre. En effet, les organisations citées ne paraissent pas devoir être assimilées aux structures proprement dites, car elles ne personnifient pas des dispositions fondamentales et universelles. Non seulement, elles ne sont pas primordiales, mais encore elles se montrent tributaires de la constitution vacuoloïdaire, dont elles montrent la structure.

La signification de ces aspects est donc autre. Comme pour nombre de différenciations de genres variés, il faut la rechercher dans des constitutions d'un ordre plus élevé, dérivées de la structure fondamentale par des regroupements divers. Leur étude n'est plus autant celle des tissus élémentaires que celle d'une anatomie générale naissante.

*
* *

Après l'examen sommaire qui précède, nous avons à examiner des faits qui, en apparence, pourraient être tenus comme sortant aussi des cadres de ce travail. Ils n'en caractérisent pas moins de véritables structures, ressortissant des tissus élémentaires.

Il est, en effet, des tissus élémentaires qui montrent, bien distincts, deux sortes d'éléments fondamentaux, à caractères plus ou moins divergents.

Dans ces tissus, les formations que l'on pourrait rapprocher des granuloïdes et des vacuoloïdes se manifestent sous un aspect nouveau, si toutefois une telle assimilation était établie.

Nous envisageons ici des tissus élémentaires, dont la constitution est de nature à éclairer et à conférer une signification et une précision nouvelles aux notions recueillies dans l'étude qui précède.

Il existe, en effet, certains tissus élémentaires qui, à un examen attentif, sont caractérisés par un ensemble de formations vésiculaires, à structure radiaire, enrobées dans une matière fondamentale d'une modalité nouvelle.

Certes, ce premier aspect a quelque chose de déconcertant, si on le rapproche de ce que nous avons déjà vu ; il paraît difficile à concilier avec la structure vacuoloïdaire ordinaire.

Il n'est cependant pas de complications qui ne semblent pouvoir trouver leur solution dans les degrés primitifs et simples de leur évolution. C'est ce qui nous a incités à engager des recherches systématiques, dans certaines directions.

Notre persévérance y a trouvé sa récompense.

Nous avions remarqué, depuis longtemps, que les formations résistantes tégumentaires, par le fait de leur imbibition par la chitine, la silice, etc., étaient aptes à conserver, plus ou moins rigoureusement, leur constitution première. De là à étudier le test de la jeune Arcelle, il n'y avait qu'un pas, et cet examen nous fut l'occasion de la découverte d'une fort intéressante organisation (1884).

La couche moyenne de ce test présente un aspect réticulé, dans lequel on peut distinguer deux sortes de formations réticulaires. Les unes, plus petites, tiennent en quelque sorte la place d'une substance fondamentale qui enroberait les autres vésicules, plus grosses, plus compliquées et régulièrement espacées en quinconce (fig. LV).

Ces dernières formations ne montrent pas la simplicité élémentaire des premières ; leur constitution, complexe, est caractéristique. A leur centre se trouve un corpuscule, dont s'irradient six tractus fins, qui vont

aboutir aux six angles de l'hexagone régulier que décrit leur contour.

Les éléments intermédiaires remplissent strictement le vide laissé entre celles-ci et prennent la forme que leur impose cette situation. Leur contour, qui montre aussi six côtés, n'est nullement hexagonal. L'ensemble est d'une régularité géométrique.

Voilà donc un tissu élémentaire qui fut vivant, au moins à son origine, qui l'est sans doute encore et qui

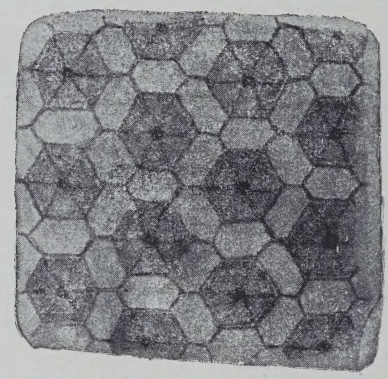


FIG. LV. — Couche moyenne du test de l'Arcelle (1884).

conserve sa constitution originelle, grâce à la présence d'une proportion de chitine. Selon toute probabilité, ce tissu est primordial ; il montre, sans qu'on puisse en douter, deux sortes de vésicules, dont les unes, plus petites et plus simples, simulent une substance fondamentale, et les autres, plus grosses et plus complexes, y sont régulièrement réparties.

Ces deux sortes de vésicules rappellent les vacuoloïdes et les granuloïdes, comme disposition réciproque. Mais, ici, ces dernières se touchent directement et ne

sont pas séparées par des rétrécissements ou jointes par des tractus.

La suite de nos recherches nous a fourni une série véritablement interminable de faits analogues, tentant à faire présumer qu'ils ne sont nullement exceptionnels et que leurs titres sont assez importants pour les faire rentrer dans le cadre des structures normales.

Le noyau du *Stylonichia mytilus* est un précieux

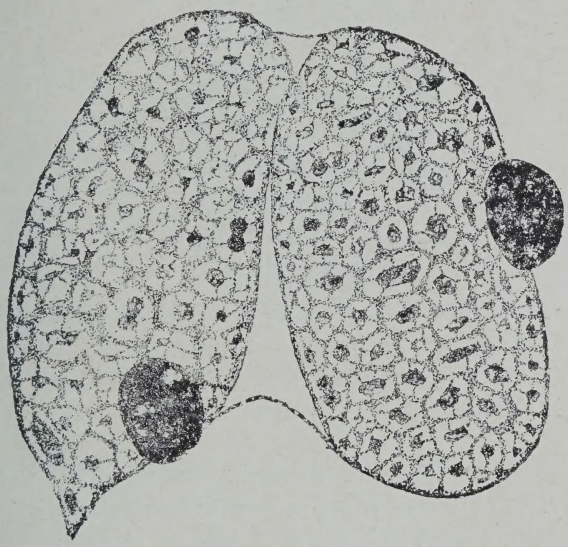


FIG. LVI. — Noyau de *Stylonichia mytilus*, extrait de l'Infusoire.

exemple d'un genre analogue, du reste, d'un puissant intérêt.

On y voit un ensemble de petites cavités, nanties de prolongements radiaires, qui vont au centre s'insérer sur un globule chromophile, de dimensions et de formes variables. La matière fondamentale, apparente, qui englobe ces cavités, est d'une épaisseur quelque peu

irrégulière ; au premier abord, elle paraît brouillée et sans organisation. Mais aux très forts grossissements, elle montre un aspect vacuolaire irrégulier, qui s'étend à toutes ses parties et laisse loin de lui les logettes fondamentales, si homogène et si uniformes de l'Arcelle. On pourrait supposer que ces irrégularités de constitution sont attribuables au léger retard de la fixation de la pièce, qui a suivi la lacération de la Stylonichie (fig. LVI et LVII).

Les corpuscules centraux affectent des formes et des

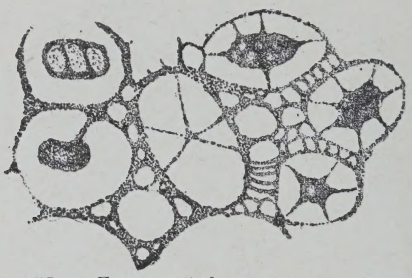


FIG. LVII. — Fragment de ce noyau, très grossi.

dimensions très variables. Un nombre notable étaient en voie de bipartition, par étranglement.

Nous intercalons, ici, un vieux croquis (1882) d'érythrocyte de Grenouille, où nous voyons un noyau à constitution rappelant les descriptions ci-dessus. Dans l'étendue de sa largeur, ce noyau montre quatre rangées d'éléments radiaires, enrobés dans une masse fondamentale d'éléments ordinaires, plus petits et sans grande régularité apparente (fig. LVIII).

Il y a lieu d'ajouter une remarque qui a son importance. Dans des croquis de ce genre, les contours des petits éléments s'indiquent forcément par des traits. C'est une nécessité du procédé ; il faut tenir ces traits

pour des représentations de limites respectives et non y voir toujours des membranes différenciées.

L'espace nous manque, dans ce livre, pour citer et décrire tous les tissus élémentaires où nous avons pu observer ce genre de constitution. Nous n'abandonnerons, cependant, pas ce sujet sans citer un cas où un

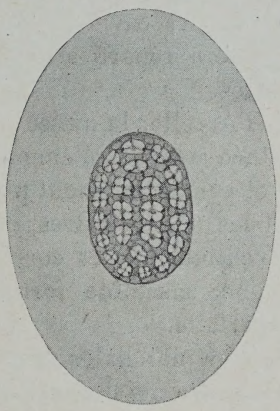


FIG. LVIII. — Erythrocyte de Grenouille, montrant l'organisation du noyau (1882).

auteur allemand a retrouvé la même organisation, chez d'autres êtres que ceux que nous avons étudiés.

Raoul Francé a vu un sarcode de *Scenedesmus*, entièrement constitué d'éléments analogues à ceux dont nous parlons plus haut (voir la figure LIV, à gauche). C'est là une concordance d'autant plus significative que cet auteur ne connaissait pas nos résultats, ce qui ajoute un degré de certitude de plus en faveur de nos descriptions.

*
* *

Nous en sommes arrivés à un point tel qu'il n'est

peut-être pas impossible de jeter un coup d'œil général sur l'ensemble de ces constitutions et de fixer les homologies plausibles entre les éléments qui entrent dans la constitution des sarcodes que nous avons décrits.

Il y a lieu de rappeler que nous avons trouvé, dans la matière vivante, une masse fondamentale, faite d'éléments primordiaux distincts, les *granuloïdes*, qui délimitent, entre eux, des cavités à inclusions chromophiles, les *vacuoloïdes*, réparties de façons variables, souvent très précises.

Dans le test de l'Arcelle, la masse fondamentale est nettement constituée par des éléments géométriques, tous semblables et symétriquement placés, qui se touchent exactement les uns les autres, de façon à former une masse bien continue. Si les corpuscules radiaires disparaissaient, leur ensemble formerait un réseau d'une régularité parfaite.

Dans les cellules épithéliales linguales, la masse fondamentale se montre aussi constituée par des corpuscules distincts. Ces *granuloïdes*, toutefois, ne s'y touchent pas les unes les autres ; elles se présentent avec l'aspect de petits globules, d'apparence compacts, reliés les uns aux autres par des cordons longitudinaux, les *fibrilloïdes*, qui peuvent suggérer l'idée de divisions inachevées. Les granuloïdes sont aussi unies, dans le sens transversal, par de fins tractus en échelons. C'est dans les espaces ainsi délimités, par des groupes de quatre granuloïdes et de leurs prolongements que se trouvent des inclusions chromophiles, disposées en séries linéaires. Il peut aussi y avoir des groupements granuloïdaires plus ou moins différents.

Il est utile de rappeler que nous ne saurions assigner une constitution bien précise à ces vacuoloïdes qui sont très difficiles à voir dans leurs détails.

Quand les granuloïdes et les vacuoloïdes s'agrandissent en même temps, comme cela arrive dans certains parenchymes élémentaires internes, on observe des ensembles moins condensés que dans les téguments,

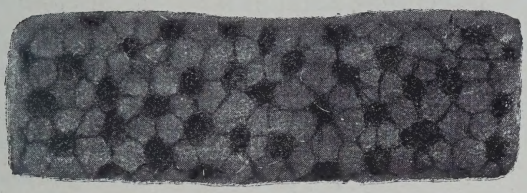


FIG. LIX. — Très vieux croquis, montrant un parenchyme élémentaire interne, dont les deux sortes d'éléments sont également développés (1882).

où les deux sortes d'éléments sont similaires par leur taille, mais diffèrent entre eux en ce que les vacuoloïdes peuvent apparaître en foncé (fig. LIX).

Les cavités vacuoloïdaires peuvent s'agrandir plus que les éléments qui les entourent ; il en résulte un aspect réticulé. C'est alors un *réseau élémentaire*, dont les mailles sont formées par des vacuoloïdes dilatées et délimitées par des fibrilloïdes et des granuloïdes relativement ténues.

FIG. LX. — Parenchyme interne du *Cryptomonas ovata* (1882).

La figure LX reproduit un vieux croquis d'un réseau élémentaire, du parenchyme interne du *Cryptomonas ovata*, à la partie postérieure et ventrale de la poche amylogène. On y voit de grandes mailles rectangulaires, parsemées de granuloïdes, distantes les unes des autres.

Dans l'érythrocite de la Grenouille, la masse fondamentale nucléaire semble formée de très petits éléments,

d'un volume à peu près équivalent, enrobant des éléments radiaires en séries.

La substance fondamentale du noyau de la Stylonichie montre des indices révélateurs d'une constitution multiple. Elle est criblée de cavités vacuolaires. Toutefois, on ne voit pas les limites des corpuscules constitutifs, et, d'autre part, sa constitution, d'une façon générale, est moins régulière que dans les cas précédents. Elle montre, en ses divers points, des épaisseurs différentes, en même temps que des variations correspondantes du nombre des vacuoles. Si l'on pensait que chacune de ces vacuoles représente le centre d'un élément, il en découlerait que les proportions relatives du nombre des éléments fondamentaux et de celui des vacuoloïdes y seraient différentes des autres cas cités. Il y a là, relativement et effectivement, beaucoup plus de granuloïdes que de vacuoloïdes.

D'une manière générale, il semble bien que les vacuoloïdes aient une constitution moins élémentaire que les granuloïdes. Dans trois cas sur quatre, indiqués plus haut, elles ont une constitution radiaire incontestable et sont souvent, d'après certains caractères, des éléments différenciés dans certains buts secréteurs.

Serait-il plausible que de futures recherches, bien conduites, arrivassent à établir que les vacuoloïdes des épithéliums possèdent une constitution personnelle analogue à ce qui se voit dans les trois autres cas ?

Les formations vacuoloïdaires, en général, offrent à considérer deux parties bien distinctes, les cavités résultant de l'architecture de la substance fondamentale ambiante, par suite d'agencements définis, et les inclusions chromophiles qui les remplissent et qui apparaissent, dans la majorité des cas, comme des éléments à constitution radiaire.

Les groupements granuloïdaires qui entourent les vacuoloïdes sont variables. Nous savons déjà que, dans nos épithéliums, il y a quatre granuloïdes autour de chaque vacuoloïde. Chez les Arcelles, elles sont au nombre de six, et, dans le noyau de la Stylonichie, il y en a une foule, assez irrégulièrement réparties.

Les proportions relatives étant ainsi variables, l'on pourrait évoquer le cas extrême et peut-être possible où cette disproportion serait poussée à l'extrême et où les éléments radiaires pourraient être totalement absents, de telle sorte que la substance vivante serait alors constituée par les seules granuloïdes, c'est-à-dire par un seul genre d'éléments primordiaux.

Inversement, il y a lieu de remarquer aussi qu'il est beaucoup de cas où les granuloïdes ne se distinguent que peu ou pas, au point de paraître supplantées par les formations radiaires, de disparaître totalement ou, au moins, d'être réduites à des reliquats minimes.

D'une façon générale, les tissus élémentaires, formés par la réunion d'éléments à constitution radiaire, se caractérisent par une abondance relative d'unités bien moindre que cela ne se voit pour les groupements analogues de granuloïdes.

*
* *

Nous savons que les sarcodes endoplasmiques, plus ou moins liquides, présentent une véritable abondance d'éléments libres, dans une humeur organique ou dans une substance visqueuse.

Nous avons désigné ces éléments flottants, d'une manière globale, sous la dénomination générale de *Sphérules*.

Si nous nous en référons à ce qui a été dit plus haut, il semble que ces éléments doivent être de deux sortes

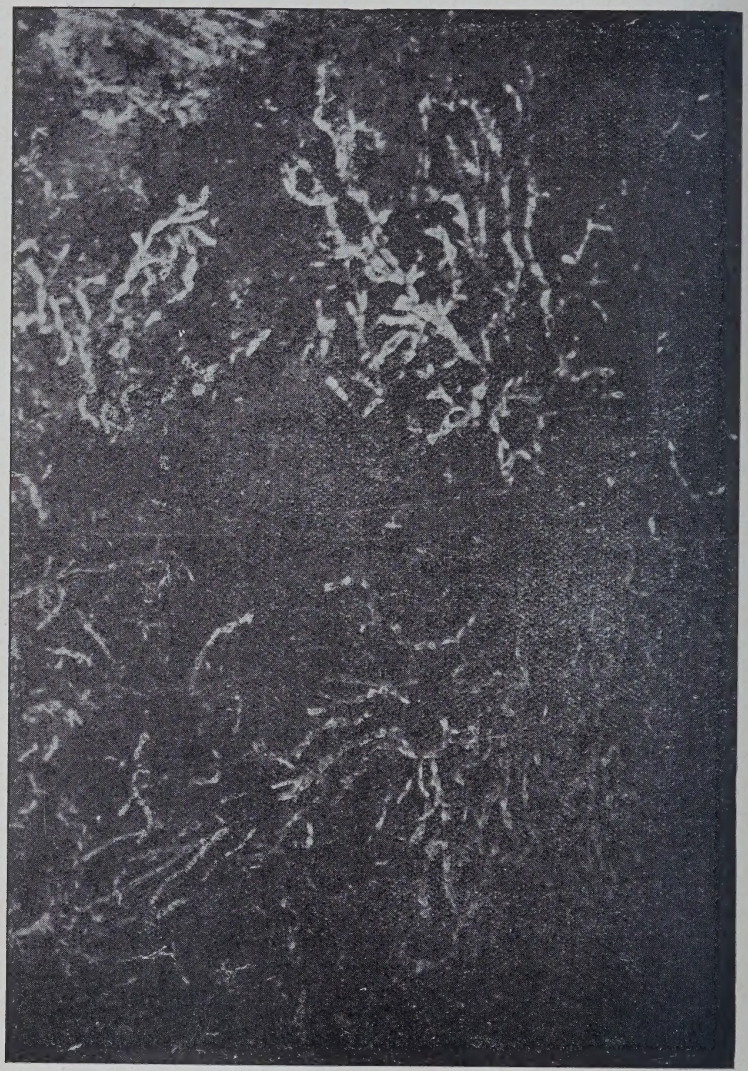


FIG. LXI. — Nubecularia tibia, photographié *in situ,* à l'état vivant. Ce Foraminifère végète à la façon des plantes ramifiées et sessiles.

fondamentales, correspondant aux corpuscules englobant et englobés.

Il y aurait donc des *protosphérules* fondamentales et des *deutosphérules*, à constitution radiaire.

L'événement justifie le pronostic.

Il y a lieu d'ajouter qu'on ne trouve pas seulement deux sortes d'éléments, mais plusieurs sortes, notam-

FIG. LXII. — Un individu enlevé de l'ensemble, la coque étant supprimée et le sarcode écrasé. L'endoplasme qui a jailli, montre d'abondantes agglomérations de sphérules, qui en englobent d'autres plus grosses, plus rares et vues par transparence.

ment des sortes de plastes résultant, selon la vraisemblance, de l'un et de l'autre des deux types fondamentaux. Ces plastes se distinguent par leurs dimensions plus grandes.

Les sphérules libres ou à demi-libres sont nombreuses et diverses.

Nous les avons trouvées, d'abord, dans l'endoplasme de l'Arcelle (1881), du *Plasmodium aquaticum*, du *Nubecularia tibia* (fig. LXI et LXII) et d'une foule de Ciliés et Protozoaires divers.

Les dimensions de ces petites unités sont variables. Il en est, nombreuses, qui ont moins d'un μ de diamètre, alors que d'autres présentent des dimensions notables. Elles peuvent affecter l'apparence de minuscules vésicules pâles et homogènes ou être plus ou moins grandes et structurées. Leur intérieur peut

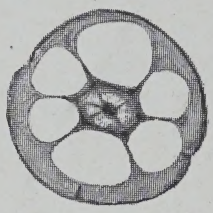


FIG. LXIII. — Très vieux croquis de sphérule de l'Arcelle (1881).

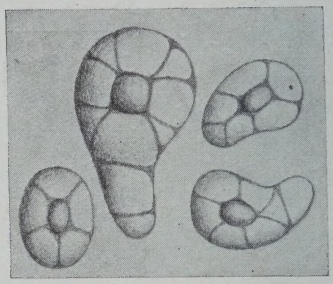


FIG. LXIV. — Groupe de sphérules.

paraître gonflé de liquide ou montrer des sécrétions granulaires.

Dans la figure XXVIII, nous avons déjà représenté une sphérule à structure radiaire.

La figure LXIII reproduit un de ces éléments, pris dans l'endoplasme de l'Arcelle, dès 1881, et dessiné à cette époque. C'est la reproduction d'un très ancien croquis.

La figure LXIV représente un groupe de sphérules endoplasmiques, à des stades divers de leur évolution. Elles ont été prises dans l'endoplasme d'un organisme peu connu, dont nous publierons la description dans un mémoire spécial.

D'une forme globuleuse, généralement un peu allongée, on voit dans le centre de ces éléments un corpus-

cule vésiculaire d'où partent des travées radiaires, souvent au nombre de cinq, allant s'insérer sur la membrane périphérique. Avec une fréquence relative, le petit bout de l'ovoïde tend à s'incurver progressivement ; il arrive aussi qu'il s'allonge, en se cloisonnant, de façon à former un prolongement d'une longueur variable, qui, selon son étendue, présente plus ou moins de subdivisions. Le degré de complication de ces sphérules nous éloigne notablement de la simple vésicule protéique, compacte ou remplie d'un fluide.

Dans la figure LXV, nous représentons une sphérule à tractus radiaires nombreux.

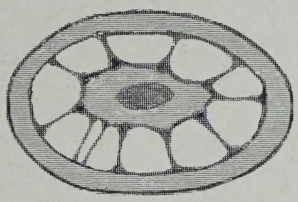


FIG. LXV. — Sphérule à tractus radiaires nombreux. Le corps central est gros et allongé (division ?).

La figure LXVI montre un groupe de sphérules chromophiles de l'Opaline dimidiate, la plupart en voie de division.

A titre d'exemple général, nous allons étudier maintenant un type de sphérule complexe (fig. LXVII).

Il y a d'abord une paroi périphérique épaisse, qui s'assombrit sous l'influence des colorants. A l'intérieur de celle-ci, on observe une zone plus claire, d'aspect vésiculaire, nanti d'un nodule central, souvent difficile à voir, qui est relié à la paroi périphérique par des tractus rayonnants, plus ou moins épais et en nombre variable. Dans l'espace qui sépare la paroi générale du nodule central, qui est vésiculaire, s'observe géné-

ralement un nombre variable de granulations de diverses dimensions.

Aux très forts grossissements, le nodule central

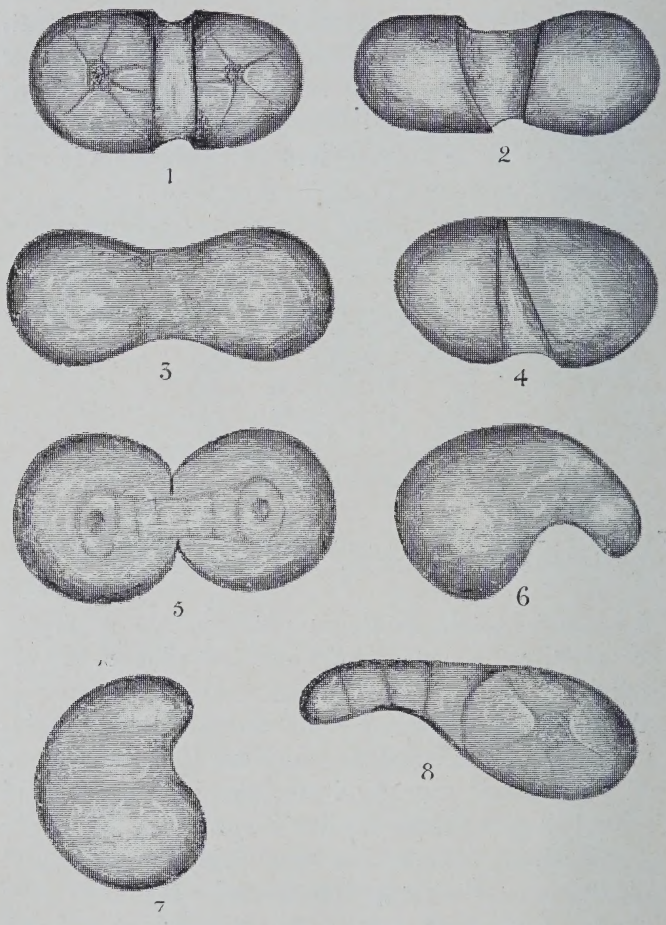


FIG. LXVI. — Groupe de sphérules chromophiles de l'Opaline dimidiate, à divers états de division.

apparaît comme étant lui-même vésiculaire et contenant à son centre un corpuscule chromophile, relié à la paroi par de fins tractus radiaires, de deuxième ordre. Les points de cette paroi où aboutissent ces tractus paraissent foncés, renflés et rappellent l'apparence de corpuscules un peu vagues, sortes de points nodaux, paraissant inclus dans l'épaisseur de la paroi.

De semblables points nodaux se voient aussi aux

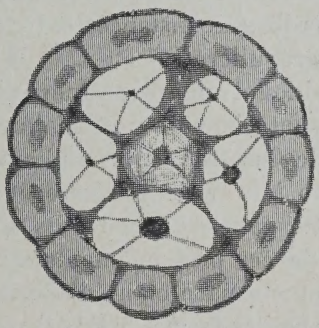


FIG. LXVII. — Sphérule complexe, intéressante pour l'étude du processus de sécrétion des granules.

lieux de rencontre des tractus radiaires de premier ordre, avec la paroi générale.

Il est à remarquer que la masse centrale vésiculaire se caractérise par une colorabilité plus intense que celle du reste de la sphérule, et aussi de nature différente.

Enfin, l'épaisse paroi générale présente aussi les indices d'une certaine complexité. Elle semble formée d'une assise d'éléments juxtaposés (?).

Le développement des granules, dans la zone intermédiaire, a pour effet d'arrêter la reproduction par division de la sphérule. Ce développement a un intérêt particulier.

Il y a quarante ans, nous affirmions déjà l'élaboration des sécrétions au sein des vacuoloïdes. Dans le cas présent, il s'agit essentiellement de granulations, ce qui implique une modalité sécrétrice appropriée.

L'observation des granules sécrétés fait reconnaître qu'ils sont placés, généralement, dans la partie moyenne de la zone claire qui sépare la paroi périphérique de la sphérule de celle de la vésicule centrale, à égale distance entre les tractus radiaires de premier ordre. De plus ils sont distancés entre eux d'une façon équivalente et régulière.

Cette disposition d'apparence anormale tient à ce que ces granules sont engendrés et maintenus dans cette position par de fins tractus, s'irradiant de ces grains pour se rendre à la paroi générale et au nodule central. Dans cette genèse spéciale, ils paraissent naître au confluent de ces prolongements, qui se trouve au centre de chaque espace clair, d'abord sous les apparences de très petites formations vésiculaires, puis avec un aspect plus solide.

La formation de granules au confluent de tractus radiaires, vraisemblablement nourriciers, ajoute une précision intéressante à l'étude des sécrétions ; ils s'élaborent et grossissent dans des conditions, en apparence, paradoxales. Par leur accroissement normal, ils peuvent arriver à remplir toute la sphérule, à en masquer la constitution et à entraîner des gonflements variables, quelquefois considérables. Il est à remarquer que, l'accroissement des granulations étant inégal, il peut y avoir beaucoup d'appelés et peu d'élus. En d'autres termes, les petites granulations initiales sont souvent nombreuses, mais il semble bien qu'il n'y a qu'un petit nombre ou une seule qui arrivent à un volume notable.

D'une façon générale, les sphérules sarcodiques, éléments morphologiques d'un ordre inférieur à celui de la cellule, sont susceptibles, comme cette dernière, de se modifier de nombreuses façons et de s'adapter aux rôles physiologiques élémentaires.

Ce sujet est encore obscur pour les masses scientifiques ; il a subi le sort de beaucoup de notions nouvelles. On a commencé par nier l'existence de ces éléments, sur la foi de critiques qui n'ont pas su voir. Puis, lorsqu'il fut devenu difficile de nier, on accepta leur réalité, en se hâtant d'ajouter qu'ils étaient connus depuis longtemps. Par qui et où, c'est ce qu'on a négligé de faire savoir. C'est là la ressource ordinaire des ravaleurs intéressés. Cela ne met, du reste, aucun obstacle à leurs tentatives d'expropriation.

On a aussi objecté que les sphérules, éléments de différenciation, n'étaient pas le sarcode (1) qui, lui, n'est pas différencié et demeure sans structure.

Il est vrai que ce sont là des éléments différenciés, à des degrés divers et dans des directions variées. Mais, de ce qu'une évolution est évidente, on ne saurait conclure qu'elle implique un point de départ amorphe. Ce serait revenir indirectement aux blastèmes d'antan. Toute la morphologie moderne est univoque, à cet égard.

Elle affirme que les éléments figurés ont une évolution définie, qu'il n'existe aucune genèse spontanée, quelle qu'elle soit et d'aucune sorte, pas plus à l'intérieur des organismes qu'à l'extérieur, et que tout corps

(1) Quand on dit que les sphérules ne sont pas le sarcode, on est dans le vrai tout autant que lorsqu'on dit que les hématies ne constituent pas le sang. Cependant, on ne saurait contester qu'elles en soient parties intégrantes et que, d'autre part, il n'y ait pas de sarcode bien vivant, qui ne soit formé d'éléments plus ou moins analogues.

figuré provient d'un autre corps figuré, semblable à lui-même.

L'histoire des sciences biologiques peut être ramenée, plus ou moins, à celle des échecs de toutes les tentatives, ayant eu pour but de substituer des explications, vagues bégaiements de l'esprit humain acculés aux énigmes de la nature, aux processus naturels. Il n'y a de genèse spontanée et directe d'aucun genre qui remplisse le rôle et soit parente de l'évolution organique, et rien de ce qui vit ne résulte d'un processus insolite et purement matériel.

Chaque organisation vitale, de n'importe quel ordre, se reproduit par elle-même. L'amorphe seul est stérile, mais il l'est toujours. Tout le reste est rêve et fumée.

Si, donc, le fond sarcodique était amorphe, cela ne saurait entraîner qu'une seule conclusion, c'est qu'il n'y a aucune parenté directe entre lui et les éléments figurés. D'une façon générale, ceci n'est vrai, apparemment, que pour les tissus liquides. Il y a ainsi un point de vue nouveau qui, du reste, est loin de favoriser les fins désirées par les critiques.

*
* *

Les descriptions qui précèdent ont l'avantage de jeter quelque lumière sur la constitution du tégument des Infusoires ciliés, qui offre à l'observation des éléments à constitution radiaire, non libres et plus ou moins déplaçables, mais fixés et cohérents entre eux, de façon à former une enveloppe protectrice, quelquefois une véritable cuirasse. C'est là un nouveau degré d'organisation, dans une direction spéciale.

En 1882, nous avons publié le résultat de nos observations sur le tégument d'un Cilié, l'*Halteria acuta*, que nous avons fait dessiner par Jobin (fig. LXVIII).

Quelques années après nous, un disciple de Bütschli, Schuberg, a revu la même constitution, chez diverses formes. Dans ses publications, il a négligé de faire savoir qu'elle avait été vue avant lui. Pour complaire à son maître, il l'a nommée *couche alvéolaire*, quoiqu'elle ne soit pas homologue de celle des Bactériacées et que cette dénomination soit la consécration d'une erreur. De plus, il n'y a là que des cavités plus ou moins closes et non des alvéoles qui, par définition, sont ouverts à un bout. Or, si quelque chose était de nature à ébranler la bizarre hypothèse de Bütschli, c'est bien cette assise tégumentaire des Ciliés, qui, indéniablement, est structurée et qui ne peut en rien rappeler un simple mélange de deux fluides non miscibles, comme l'exigerait le système de cet auteur.

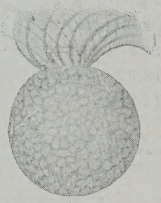


FIG. LXVIII. — Halteria acuta, vue superficielle. Le tégument montre un reticulum, qui correspond à une structure tégumentaire caractéristique (1882).

La constitution tégumentaire des Ciliés est plus grosse et plus stable que celle qui a été signalée pour les Flagellés et les Bactériacées.

Dans les cas typiques, ce qui saute aux yeux c'est une couche de vacuoloïdes amples, apparentes et d'aspect relativement solides.

Il existe, il est vrai, deux couches. Mais celles-ci diffèrent généralement l'une de l'autre par l'aspect, la constitution et les dimensions de leurs éléments constitutifs.

L'assise superficielle, relativement mince, est la *cuticule* (*pellicule* de certains auteurs). Elle est mince, transparente, formée de vacuoloïdes aplaties, et elle porte souvent des ornements, tels que stries, arêtes, tubercules, réseaux, épines, etc.

Au-dessous de cette enveloppe pelliculaire se trouve une assise généralement plus puissante, assez régulièrement structurée et paraissant constituée, le plus souvent, d'une couche unique de vacuoloïdes agrandies (fig. LXIX).

FIG. LXIX. — Fragment de tégument de Balantidium, très grossi, montrant ses deux couches normales (1882).

Cette constitution tégumentaire se voit parfaitement chez une foule de Ciliés. Elle peut y être fine, par exemple, chez le *Balantidium elongatum* (fig. LXX) ou le *B. entozoon* (fig. LXXI), ou plus apparente, comme chez l'Opaline dimidiate (fig. LXXII et LXXIII), etc. Lorsque cette couche a une épaisseur

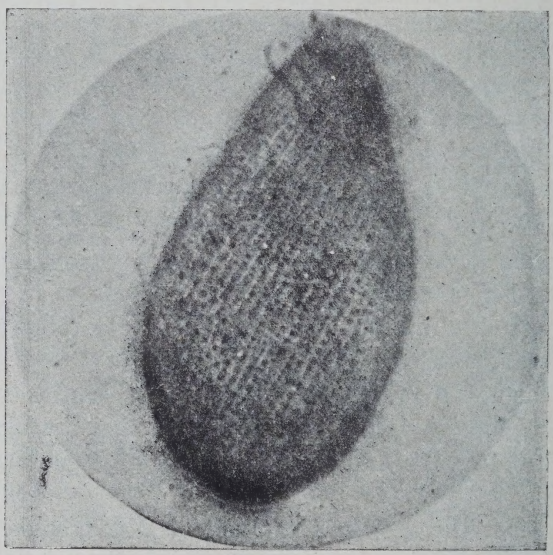


FIG. LXX. — Structure tégumentaire du *Balantidium elongatum.*

appréciable, elle répond à l'*ectoplasme* des anciens auteurs, grâce à son aspect un peu plus clair.

D'une façon très répandue chez les Ciliés, la couche externe, cuticulaire est mince, résistante et très difficilement visible. Sa structure peut être très régulière, mais elle est cependant beaucoup moins apparente, dans la règle, que celle de la couche sous-jacente. Ce genre de cuticule peut être diversement organisée ; elle

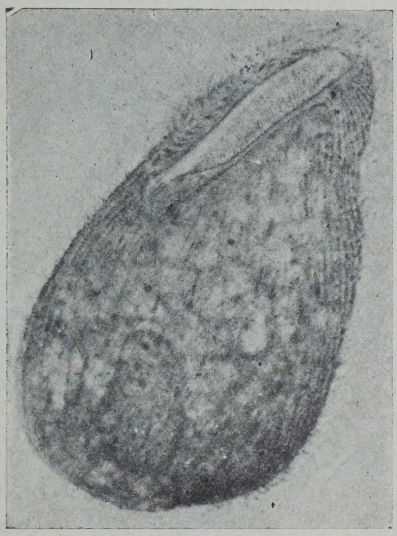


FIG. LXXI. — Balantidium entozoon.

est souvent recouverte, à sa surface périphérique, d'une cuticule de sécrétion, qui peut être plus ou moins apparente, lisse ou portant des ornements variables. De fines crêtes, bien parallèles et régulières, sont des plus fréquentes. Mais il se peut aussi que ses éléments soient dilatés et que la couche sous-jacente soit moins aisément visible. C'est, alors, elle qui devient la « couche alvéolaire ». Pour ce qui est de sa fréquente apparence striée, il y a lieu de n'établir aucune confusion

entre son aspect pseudo-fibreux, dû surtout à la présence de fines côtes superficielles, avec la constitution fibreuse des assises tégumentaires plus profondes, qui découle de l'existence de files vacuoloïdaires régulières.

La couche sous-cuticulaire, objet de controverse et de concupiscence, est moins régulière et moins fine

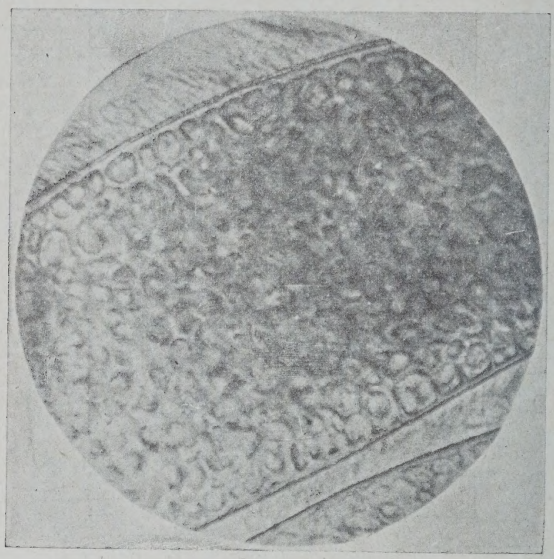


FIG. LXXII. — Coupe optique de la partie moyenne du corps de l'Opaline dimidiate, montrant le tégument, fort visible et d'une épaisseur notable.

que la cuticule superficielle. Dans toute son étendue, l'on voit des cloisons d'aspect solide, perpendiculaires à la surface du corps, qui divisent l'ensemble de l'assise en une série de logettes, environ deux fois plus étendues que celles de la couche superficielle, dans un grand nombre de cas. Cette disposition se voit fort bien dans la figure LXIX (vieux croquis) et dans la

figure LXXII (photographie). Mais ce qu'il y a de plus saillant, c'est la constitution interne de ces logettes.

Au centre s'observe une nodule chromophile, relié à la paroi par des tractus radiaires. Ce nodule est plus colorable que le reste de l'élément. Il y a là une manière d'être qui rappelle, plus ou moins fidèlement, ce qui se voit dans certaines sphérules libres.

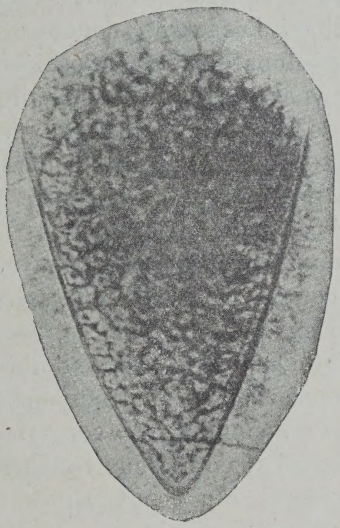


FIG. LXXIII. — Coupe optique de l'extrémité postérieure du corps de la même.

Nous voyons un aspect un peu particulier dans la figure LXXIII (photographie). Les éléments de la couche sous-cuticulaire sont inclinés vers l'arrière ; leurs nodules centraux sont si bien alignés qu'ils simulent une véritable ligne, surtout à droite.

Une question intéressante serait de fixer, dans la mesure du possible, les homologies éventuelles des formations tégumentaires, signalées dans ce livre.

Chez une foule de Protozoaires inférieurs, nous avons trouvé une cuticule vacuoloïdaire et au-dessous d'elle, le tégument proprement dit. Après cela, vient une assise d'éléments plus grands, sécrétant des grains d'amidon, dans certains cas. Les éléments de cette dernière couche sont bombés du côté de l'endoplasme et de caractères assez variables. C'est la *couche mamelonnée* (1882), que des analogies superficielles et infidèles ont fait assimiler à la fausse « couche alvéolaire » des Ciliés. — Rappelons que cette dernière couche peut résulter de l'hypertrophie de la cuticule, mais que, le plus souvent, elle est le résultat d'un remarquable développement du tégument sous-cuticulaire.

Cette assise protectrice est une sorte d'apanage des Infusoires ciliés ou au moins d'un grand nombre d'entre eux. Il s'agit d'un développement nouveau et considérable d'une couche généralement très ténue, pour constituer une enveloppe puissante, régulière et prépondérante. Cette évolution propre d'une couche sous-cuticulaire, transformée en un tégument peu commun, a engendré une ressemblance en vertu de laquelle a été établie une confusion entre deux couches appartenant, l'une, à l'enveloppe du corps (Ciliés) et l'autre au parenchyme interne (Bactéries), la *couche mamelonnée* (1881).

*
* *

La rédaction de ce travail en est arrivée à un point où nous aurions à nous occuper de l'étude des parenchymes sarcodiques internes, si notre manuscrit n'était pas déjà assez gros pour dépasser les conventions établies. A notre regret, nous sommes contraints de nous limiter.

En conséquence, nous nous bornerons à quelques renseignements partiels, sans empiéter sur un ensemble

de faits intéressants, mais longs et minutieux à décrire.

Le parenchyme interne des cellules et organismes se présente, sans doute, avec des constitutions multiples, souvent difficiles à élucider. Il est cependant aussi des cas où les grosses difficultés sont éliminées, par suite de circonstances fortuites ou constitutionnelles, au point qu'on puisse l'étudier avec une facilité relative. C'est ce qui s'observe, notamment, pour l'endoplasme des *Cryptomonas ovata* et *curvata*, dans la région située au-dessous de la poche amylogène. La figure LX représente l'endoplasme de cette région, avec sa charpente grêle, ses grandes mailles et les granuloïdes de ses tractus. Ce parenchyme interne est surtout remarquable par les dimensions de ses mailles et l'absence de leurs réactions chromophiles. Irrégulièrement rectangulaires, ces mailles sont disposées en séries onduleuses ; la matière fondamentale qui les délimite est amincie, relativement aux proportions vues jusqu'ici. Par contre, les cavités sont grandes, si nous faisons la même comparaison.

Un endoplasme d'un type différent se voit dans la figure LIX. En général, les dilatations y sont moins accentuées. Mais ce qu'il y a de particulier, c'est que les éléments de la substance fondamentale ont augmenté comme les vacuoloïdes. Il y a donc des éléments sombres entourés d'éléments fondamentaux plus clairs, de dimensions analogues.

D'une façon générale, l'endoplasme est le siège d'accroissements divers, portant ou non sur les éléments connus. Si l'on ajoute que les agencements réciproques, les degrés de résistance, les réactions chromatiques varient suivant les circonstances ou les réactifs employés, on peut comprendre les difficultés d'observation qui attendent le chercheur, d'autant plus

que, dans les substances massives, il ne peut plus être question d'observations par transparence, à cause des superpositions, enchevêtrements, opacités qui compliquent la tâche et s'opposent à toute conception nette. Il y a un ensemble compliqué, des dispositions répondant à des buts qu'il n'est pas toujours facile de saisir avec certitude, d'autant plus que, dans beaucoup d'entre elles, les constitutions acquises peuvent être floues et

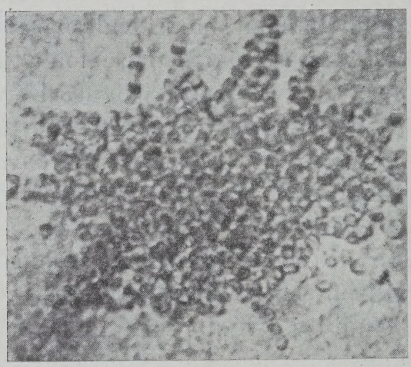


FIG. LXXIV. — Lymphocyte d'Ophélie.

obscures. Bien des choses sont encore à voir dans cette voie-là.

La figure LXXIV représente un lymphocyte d'Ophélie, caractérisé par l'accroissement uniforme de l'ensemble de ses éléments.

Pour observer les éléments décrits dans cet ouvrage, il n'est pas indispensable d'être d'une habileté consommée. On pourrait même s'étonner que des chercheurs habiles et consciencieux en soient arrivés à repousser des faits qui sautent aux yeux. Préparer des sphérules est à la portée de tous les talents. Pour ne pas voir des structures épithéliales, nerveuses, osseuses, musculaires, etc., il faudrait, pourrait-on croire,

s'évertuer à le faire exprès ; elles s'imposent spontanément à la vue. A quoi faut-il attribuer un tel aveuglement ? La question ne laisse pas d'être délicate. Le manque d'habitude joue, sans doute, son rôle. On peut ajouter à cela, un peu de parti-pris, une initiative restreinte, l'abus de techniques défavorables...

La force de l'habitude est une grande puissance. On est habitué à voir, à agir, à penser d'une certaine façon et tout ce qui distrait de ces entraînements est fraîchement accepté. Puis, il y a les groupements qui accentuent les impressions et les confirment avec force. Il s'établit des sortes d'engagements tacites réciproques, qui sont des liens pour la liberté d'esprit.

Mais ce n'est pas parce que l'on n'a pas su retrouver ce que nous avons si bien vu et photographié ou qu'on a écrit certains livres tendancieux, qu'on peut légitimement s'exalter et oublier la modération qui convient à tout homme faillible. Pourquoi est-il tant de surexcités, oubliant la poutre qui bouche leur œil pour ne retenir que la paille de l'œil du voisin, qui en arrivent à se croire qualifiés pour distribuer, au hasard de leurs petites agitations, l'éloge ou le blâme ? Il est toujours fâcheux de perdre le sens du ridicule.

Si nous ne sommes pas enthousiastes, d'une façon générale, de la tournure d'esprit qui prévaut dans les cénacles, nous ne cherchons pas non plus à juger et encore moins à déprécier les travaux d'autrui. Nous nous bornons à penser que notre manière de voir et de faire, qui n'est pas celle de tout le monde, a sa valeur propre. Nous nous gardons d'imiter certaines allures excommunicatrices, pouvant faire supposer que toute manière de travailler n'est pas susceptible de devenir intéressante, attendu qu'il n'est pas de mauvais outil pour le bon ouvrier et que l'intelligence prime la

méthode. Quoique nous ne puissions pas douter de l'excellence de notre voie, nous sommes loin de déconseiller les autres méthodes, plus ou moins différentes, qui, toutes, peuvent engendrer d'intéressants résultats.

Au cours de nos premières recherches, faites sur les Tardigrades (1880), nous avons acquis la conviction, basée sur des faits évidents, que la matière vivante n'était pas un simple mucus, saupoudré de granules, comme on le supposait alors et comme on voudrait encore le faire admettre aujourd'hui, mais qu'elle possédait une constitution régulière, d'un type que nous avons défini.

Cette conviction n'a rien de dogmatique ; nulle part, elle ne dépasse la limite du fait. Elle s'imposera à tous ceux qui voudront ou qui ne craindront pas de voir.

Notre structure a le multiple avantage d'une existence tangible, d'un polymorphisme fonctionnel qui n'a rien d'hypothétique et d'une incontestable et large priorité.

L'histologie de l'avenir traitera de nos éléments et de leurs dérivés, comme sujet de choix. C'est dans leur domaine qu'elle puisera la base concrète des progrès futurs. L'anatomie pathologique s'éclairera d'une lumière nouvelle, dans un domaine où elle n'avait pas assez pénétré ; elle y puisera des notions précises qui la conduiront dans une direction pleine d'inattendu.

CHAPITRE X

POINTS DE VUE SPÉCIAUX

Ce petit chapitre a pour but d'ajouter quelques détails particuliers et complémentaires aux descriptions de types épithéliaux données plus haut. Il mettra en évidence que, non seulement nous ne sommes inféodés à aucune doctrine, pas plus à nos propres explications qu'à toutes autres, mais encore que nous envisageons volontiers tout point de vue, quel qu'il soit, pourvu qu'il y ait quelque présomption raisonnable en sa faveur.

Tout ce que nous avons décrit, jusqu'à présent, peut se voir avec facilité, dans les bonnes préparations. On le dessine sans difficultés extrêmes et on le photographie, même aux forts grossissements. Cela est ainsi accessible à tous.

Nous nous sommes abstenus d'y mêler des notions moins sûres, qui non seulement seraient moins aisées à définir, mais encore pourraient être plus ou moins épineuses à mettre en évidence. Du reste, ces faits complémentaires, qui ne sont pas aussi solidement basés sur des observations et des photographies inattaquables, ne sont acquis, du moins en partie, que grâce à des artifices spéciaux, pour l'exposé desquels la place manquerait.

En somme, ce petit résumé n'offre pas toutes les garanties désirables. Cependant, quoiqu'un point d'in-

terrogation plane sur lui, il existe quelques bonnes raisons pour qu'on s'y intéresse.

Examinées aux grossissements extrêmes, les fibrilloïdes offrent, dans beaucoup de cas, une apparence difficile à bien caractériser et malaisée à définir avec précision.

Leur aspect n'est pas franchement lisse ; il est de nature à faire admettre que leur surface a quelque chose de finement villeux, rappelant la vue de la ouate, comme s'il en émanait de vagues filaments, d'une imprécision fumeuse, allant se perdre dans le vague des vacuoloïdes adjacentes.

Il est vrai que d'autres impressions sont de nature à diminuer la probabilité de l'existence de prolongements de ce genre et à faire penser que, peut-être, l'aspect auquel il est fait allusion résulterait d'un tout autre point de départ. Dans ces cas, on pourrait être tenté d'admettre que l'apparence en question dériverait de la présence, à la surface des fibrilloïdes et en contact intime avec elles, de la substance corticale des inclusions vacuoloïdaires, substance corticale qui apparaît comme grisaillée et d'aspect hétérogène.

La matière constitutive des inclusions montre une couche superficielle grisâtre, translucide, et une région interne, formant la masse principale, noire, opaque et d'apparence compacte.

De vagues apparences seraient quelquefois de nature à faire penser que cette région interne contient une sorte de corpuscule central, plus foncé que tout le reste.

A la surface, on ne constate pas l'existence d'une membrane visible. Cependant, dans de rares cas favorables, il nous est arrivé de percevoir, en des points

plus ou moins restreints, la présence d'une zone corticale infime, hyaline et homogène, qui serait peut-être une membrane périphérique enveloppante.

L'ensemble de la substance intra-vacuoloïdaire paraît douée d'une grande plasticité ; elle s'adapte à tous les contours et dépressions des fibrilloïdes ambiantes et en tapisse tous les méandres.

C'est surtout la substance corticale qui semble apte à s'insinuer dans les creux et dépressions de tous ordres, voire à passer à travers les solutions de continuité qui peuvent séparer les fibrilloïdes, et peut-être arriver ainsi en contact avec les inclusions de certaines vacuoloïdes voisines. Ces faits sont toujours difficiles à bien constater *de visu* ; ils découlent, en partie, du raisonnement. C'est dire qu'il n'est pas aisé de dénombrer la fréquence des communications possibles et encore moins de décider si la coalescence reste superficielle ou s'il y a fusion des parties adjacentes, en d'autres termes, s'il y a contiguité ou continuité (1). Tout cela dépend, au moins partiellement, de l'existence ou de la non existence d'une membrane superficielle des inclusions.

La plasticité des plus fins prolongements, qui sont aussi les plus clairs, donne la sensation de véritables pseudopodes, et leur aspect particulier confirme assez bien une impression qui, quelquefois, tend à s'imposer à l'observateur.

(1) Ce sont là des observations délicates à faire aboutir à des résultats précis. Cependant, si l'on parvenait à établir avec certitude que les contenus vacuoloïdaires se continuent, plus ou moins, d'une vacuoloïde à l'autre, par le fait de l'union des bouts de leurs prolongements passant, par exemple, sur le côté des tractus scalariformes ou des rétrécissements fibrilloïdaires, l'architecture sarcodique se résumerait dans la simple constatation que ses deux sortes d'éléments constitutifs y constitueraient des sortes de réseaux distincts et inverses, formant chacune un ensemble complet et intriqué étroitement l'un dans l'autre.

Pour résumer les notions qui précèdent, nous ferons remarquer qu'un ensemble de caractères, quelquefois contradictoires, ne permettent pas de trancher, avec une complète certitude, si les inclusions vacuoloïdaires sont des éléments morphologiques différenciés et individualisés ou s'ils n'apparaissent que comme l'expression visible d'une sorte de matière interstitielle, générale, s'étendant partout, plus ou moins régulièrement.

Si cette dernière alternative devait répondre à la réalité, il en découlerait des conséquences inattendues.

D'abord, il en résulterait l'existence d'une véritable « matière fondamentale ». Mais ce ne serait plus là celle des auteurs, puisqu'elle serait formée par la substance intra-vacuoloïdaire.

L'hypothèse courante serait ainsi renversée, au point de devenir inverse de ce qui a été admis jusqu'ici. Ce ne serait pas l'ensemble des fibrilloïdes qui engloberait les vacuoloïdes, mais le réseau formé par celles-ci qui enroberait les fibrilloïdes.

Ce sont là des points qui, pour le moment dépassent les limites de nos visions. La surface des fibrilloïdes est-elle villeuse ou y a-t-il là une couche hétérogène, sur la constitution de laquelle nous n'avons que des hypothèses insuffisamment étayées à fournir ?

Nous nous trouvons là devant des grossissements extrêmes et dans des conditions inaccoutumées, et il serait vraiment osé de produire des affirmations, dans de telles conditions. C'est à peine s'il est légitime de puiser, dans ces apparences louches, une indication générale sur une direction possible à suivre.

Ainsi se trouvent posées, directement et indirectement, deux questions contradictoires, également conséquentes pour l'avenir de la science.

Peut-on décider, dès à présent, que la masse fonda-

mentale du sarcode de nos cellules épithéliales (substance claire) est un amas continu, simplement sculpté, par une sorte de capricieux hasard, en colonnettes à renflements plus ou moins réguliers (fibrilloïdes et granuloïdes), de façon que les cavités compliquées qui constituent leurs interstices puissent ou non communiquer entre elles et leurs bizarres sinuosités s'étendre partout, avec une continuité plus ou moins bien ou mal assurée, remplies d'un bout à l'autre d'une même substance plastique ?

Cette manière d'être, si elle était admise, pourrait être interprétée de deux façons bien différentes, selon que cette substance plastique serait continue et, pour ainsi dire, impersonnelle ou que ses inclusions constitutives conserveraient chacune sa personnalité morphologique.

La première alternative mettrait la science devant de grosses difficultés.

Il y aurait là une matière vivante dénuée de la propriété fondamentale de tout ce qui est vivant, c'est-à-dire de l'organisation physiologique et de la personnalité morphologique, à l'instar des corps inertes.

Une telle doctrine paraîtrait encore offrir une regrettable affinité avec une sorte d'aveu d'impuissance, impliquant l'enlisement de la science dans une de ces impasses qui barrent la voie du progrès.

Cela n'importerait, si elle était vraie !

Jusqu'à un certain point, on pourrait tenter de tourner la difficulté, en admettant que la matière plastique serait une sorte de fluide circulatoire.

Cependant, cette conception paraîtrait nécessiter des voies circulatoires suffisantes et une force motrice constatable.

D'autre part, les cavités vacuoloïdaires sont de calibres trop variables pour qu'une circulation quelconque

n'y soit pas aléatoire. Les canalicules, signalés dans un chapitre précédent, sont trop fins et trop peu abondants pour qu'il n'y ait pas à redouter la torpeur dans la stagnation.

Les considérations qui précèdent constituent-elles des objections d'un poids suffisant pour établir, par elles-mêmes, la réalité de la deuxième alternative ?

En d'autres termes, est-il plausible que les fibrilloïdes et les granuloïdes sont autre chose qu'une simple matière fondamentale, sculptée d'une manière définie et variable suivant les tissus élémentaires observés, et qu'elles constituent bien ce qu'elles paraissent être, c'est-à-dire des éléments morphologiques déterminés, enserrant, dans les intervalles qui les séparent, des particules d'une autre substance, plus colorable, qui, malgré certains contacts occasionnels ou peut-être réguliers entre les inclusions avoisinantes, n'en seraient pas moins des organites définis, capables d'évolutions ultérieures, ainsi que cela semble ressortir de leur multiplication par division et aussi de l'existence de certains éléments libres, dont ils semblent expliquer l'origine première ?

Devant ces questions difficiles et litigieuses, qui confinent au principe même de la science, l'on ne saurait s'attacher à une opinion ferme, sans être tenu de produire, en même temps, la démonstration pratique qu'on est en droit d'exiger. Et la rédaction hâtive de ce petit ouvrage nous a trouvé un peu démunis, au point de vue documentaire.

En conséquence, nous laisserons subsister l'alternative posée, trop heureux si cela incitait les jeunes travailleurs à se consacrer à la recherche d'une solution rationnelle.

Certes, nos opinions personnelles sont assez bien motivées. Toutefois, la mise au point précise des questions qui précèdent, avec leur discussion détaillée, nous entraînerait à des développements considérables, disproportionnés même, par rapport au volume de ce livre. C'est là une considération qui nous fait moins regretter une décision prise après réflexion.

En attendant de nouvelles études, faites avec toutes les garanties de l'expérience et de l'impartialité, notre abstention a l'avantage complémentaire de soustraire cet intéressant sujet de travail à l'emprise des esprits hasardeux ou convoiteurs, qui, dans leurs adaptations ne reculent pas, même devant l'absurde.

Nous terminerons ce chapitre spécial en ajoutant que la substance constitutive des fibrilloïdes et des granuloïdes, soumise à certaines analyses, ne fait que compliquer les énigmes qui précèdent, par le fait que certaines présomptions semblent de nature à faire supposer qu'elle ne serait pas non plus toujours homogène. *Qui vivet videbit !*

CHAPITRE XI

LES « MITOCHONDRIES »

Nous n'avons pas l'intention d'étudier les *mitochondries* en elles-mêmes.

Ce sujet d'étude étant l'objet des préoccupations de légions de savants, d'un mérite proclamé, qui y découvrent tous les jours des nouveautés de haut intérêt, il nous est loisible de nous borner à marcher sur leurs traces et à suivre leurs progrès, avec une satisfaction scientifique parfaite, sans nous consacrer à la même tâche.

Notre but, modeste en lui-même, est la poursuite d'une simple mise au point.

Il s'agit d'établir, dans la mesure du possible, certaines homologies, d'un intérêt certain, puisqu'elles portent sur des faits et des processus fondamentaux, qui se trouvent à la base de la physiologie générale et de la morphologie originelle.

Pour mener cette tâche à bonne fin, nous nous astreindrons, dans la mesure du possible, à raisonner en quelque sorte schématiquement, afin de gagner du temps et de la place, et aussi pour nous mettre au plus près des possibilités du grand nombre, c'est-à-dire des personnes qui ne connaissent ces questions que par leurs lectures.

La vie élémentaire n'est pas seulement la vie cellulaire ; elle est surtout celle des unités primordiales.

Elle comprend l'ensemble des manifestations fonda-

mentales de la vie, ainsi que des organisations primordiales indispensables à leur bon fonctionnement, à l'exclusion de leurs complications.

La vie élémentaire, telle qu'on la conçoit par l'analyse des phénomènes relevant de la physiologie générale, est un ensemble de faits rudimentaires, car il est compréhensible qu'un élément qui cumule en lui toutes les fonctions vitales ne puisse qu'être fort imparfait (1).

Les manifestations vitales élémentaires, telles qu'il peut nous être possible de les discerner, sont plus variées qu'on ne semble quelquefois le penser. Parmi elles, il en est qui se distinguent des autres par une tangibilité, entraînant une certitude réelle. C'est au nombre de ces dernières que se classe la faculté de créer, à l'aide de substances extérieures, de véritables matières organiques. Cette puissance d'engendrer des corps nouveaux est l'un des apanages les plus frappants de la vie ; elle se traduit partiellement en une faculté sécrétrice.

En 1881, nous avions déjà compris que la chromophilie des inclusions vacuoloïdaires dérivait de la présence de matières sécrétées et qu'elle diminuait parallèlement à l'intensité de cette production.

A cette époque, nous pensions que ces sécrétions, dans les vacuoloïdes élémentaires, avaient pour but immédiat de constituer une réserve utile à la vie personnelle des individualités sécrétrices. En d'autres termes, nous admettions que le rôle primitif des inclusions vacuoloïdaires était d'élaborer leur réserve personnelle et celle de leurs voisins immédiats.

(1) Les corps bruts sont impersonnels. La matière vivante a une personnalité morphologique, complétée par une organisation physiologique.

Nous n'avons aucune raison, aujourd'hui, de changer d'opinion.

Si, pour les éléments les plus simples, les sécrétions primordiales n'ont qu'une utilité personnelle, il est certain qu'elles se trouvent à portée d'agir utilement pour assurer leur vie individuelle qui, privée de ce concours direct, eût été exposée à bien des aléas, vu les moyens rudimentaires à leur disposition. Ces produits sont, vraisemblablement, d'une composition assez complexe pour qu'ils puissent se transformer avec facilité en un aliment assimilable, de façon à être utilisés aussitôt que le besoin s'en fait sentir.

Les progrès de l'évolution organique ont donné à cette élaboration, primitivement simple, un faciès nouveau, plus compliqué. L'intervention du phénomène de la division du travail physiologique a mis fin à cette manière d'être originelle. Son rôle s'est étendu à des fins moins modestes (sécrétions fonctionnelles, etc.). La réserve individuelle est devenue un produit modifié et plus abondant, appelé à un rôle plus étendu, dont l'origine se trouve dans une assimilation élective des matières alimentaires, pris dans les liquides nourriciers ambiants (Laguesse, Regaud).

C'est ainsi que s'est étendu l'attribut de l'individu élémentaire vers une fonction collective, en même temps que la qualité du produit sécrété a acquis des modalités nouvelles. Du reste, des passages graduels relient entre eux les innombrables stades morphologico-physiologiques qui caractérisent cette évolution.

Par ce processus évolutif, une proportion variable des éléments primordiaux acquière des propriétés nouvelles, dans une direction définie, de façon à être aptes à exercer des fonctions physiologiques d'ordres nouveaux.

Leur action se fixe à une seule fonction, à l'exclusion des autres ; elle en devient plus parfaite. Le rôle des éléments primordiaux non différenciés reste plus ou moins secondaire, au point de vue de l'individu morphologique global.

Mais tous ces éléments, malgré les diversités qu'on peut y constater, ont une même origine et restent donc morphologiquement équivalents.

Les éléments fonctionnels passent, plus ou moins, à une indépendance plus considérable et à une individualisation plus élevée, en rapport avec leur rôle ; ils fonctionnent dans un sens défini, par leurs propres forces, sans dépendre directement de leurs éléments-sœurs, restés à un stade plus primitif.

Il est des cellules où de tels faits s'observent sans peine. On y voit des énergides cellulaires, à vie simple, et des produits fonctionnels à rôle plus ou moins actif et général. Dans le tissu musculaire, il y a des produits fonctionnels (myofibrilles) bien distincts des énergides cellulaires. Ils agissent de concert avec leurs congénères des fibres voisines, en un fonctionnement général, actif et puissant, dans lequel ces énergides n'interviennent nullement. Les fibrilles nerveuses, elles aussi, paraissent fonctionner plus ou moins indépendamment des cellules nerveuses, qui, au moins partiellement, semblent conserver le caractère primitif de leur vitalité.

Le fonctionnement des éléments non adaptés à une fonction générale, notamment, l'accumulation de leur réserve, semble, d'après certaines observations, dépendre de conjonctures jusqu'à un certain point occasionnelles, si l'on veut considérer que des circonstances ambiantes peuvent lui être nécessaires, qui ne sont pas toujours réalisées. C'est là une irrégularité de circonstance, sous la dépendance de certaines conditions.

Les éléments fonctionnels différenciés paraissent plus ou moins à l'abri de ce genre de variations, par le fait d'organisations nouvelles, qui entraînent un fonctionnement régulier, ce qui ne veut pas dire toujours continu. Il peut s'établir, en effet, discontinu et intermittent. C'est là un genre de régularité, périodique et synchronique, qui devient physiologique, par les progrès de l'évolution. — Il y a lieu d'admettre que l'évolution fonctionnelle peut porter, selon les cas, soit sur les formations vacuoloïdaires, soit sur les fibrilloïdes ou granuloïdes.

L'observation microscopique directe établit que le siège de certaines sécrétions est l'élément vacuoloïdaire. Les produits ainsi engendrés sont chromophiles, au moins dans les premiers stades ou chez les organismes élémentaires. Il résulte de cette remarque que les organites sécréteurs, en activité fonctionnelle, détiennent en eux-mêmes une cause de visibilité. Il en est de même pour une foule d'êtres élémentaires.

Dans l'état actuel de la science courante, les renseignements fournis par les auteurs, sur le processus exact des sécrétions, ont quelque chose d'un peu imprécis. Les descriptions varient quelque peu avec les observateurs et peuvent n'offrir qu'une certitude conjecturale. Les aspects variables sous lesquels on les présente évoquent des dépôts de granules, des masses, des couches, des enduits, et ces faits se passeraient tant à l'extérieur qu'à l'intérieur des éléments sécréteurs. En un mot, il n'y a rien de très précis, ni peut-être d'assez bien vu.

Il est clair que l'évolution de la fonction sécrétrice est accompagnée de modifications morphologiques parallèles et complémentaires.

Il y a de longues années déjà que nous avons constaté l'existence de faits de cette nature et appelé l'attention sur des évolutions spéciales et analogues, en partie, à celle des leucites des plantes. Notamment, en 1887, dans les Comptes Rendus, sous la rubrique : Structure réticulée des Protozoaires, nous disions, entre autres choses : « Les variations les plus grandes existent, depuis la dilatation pure et simple d'éléments vacuoloïdaires, jusqu'à la constitution d'unités complexes diverses, telles que corpuscules multi-vacuoloïdaires, isolés ou unis en couches, poches du même genre ou véritables réseaux, formés de filaments présentant une rangée axiale de vacuoloïdes ».

Les formations vacuoloïdaires, d'abord élémentaires, acquièrent donc des caractères supérieurs et à plus longue portée, en même temps que des rôles inédits et plus complexes. C'est dans ces conditions qu'interviennent les gonflements, déformations, complications, regroupements, etc. Signe de jeunesse, d'activité physiologique ou d'état primitif, la chromophilie varie avec les phases de l'évolution ; elle est tenace ou moins persistante, selon les cas.

*
* *

Les vacuoloïdes sarcodiques présentent un contenu colorable, dans des limites définies. Qu'y a-t-il de commun entre ces inclusions colorables, signalées en 1881, et les corpuscules colorables découverts longtemps après, dans le sarcode, et connus sous le nom de *mitochondries*?

Les « mitochondries » sont-elles quelque chose de nouveau et de distinct de nos éléments chromophiles? Existerait-il dans le sarcode, en dehors de ces derniers, des éléments figurés colorables, qui n'aient pas été vus d'abord, mais qui coexisteraient avec eux?

Si l'on osait affirmer une telle coexistence, l'on risquerait fort de se heurter à une irréductible incrédulité. La substance vivante a été trop fouillée, de toutes parts, pour qu'on puisse admettre une telle dualité, et il semble bien que les deux ordres de faits ne doivent en former qu'un seul et qu'ils ne sont contradictoires qu'en apparence.

Dans ces conditions que peut-il persister des derniers venus, si ce n'est un faux nom ?

Il est vrai qu'on précise que l'appellation de mitochondries serait limitée aux productions qui se colorent par des réactions privilégiées. Ne seraient des mitochondries que les éléments colorés par elles, et tous ceux qu'elles ne colorent pas, fussent-ils leurs frères jumeaux, issus de la même bipartition, ne seraient pas dignes d'entrer dans leur docte société !

Pour faible que soit un tel raisonnement, il est des personnes qui sont convaincues qu'il est accepté par le grand nombre. Nous ne saurions l'admettre, attendu qu'il est en opposition flagrante avec les bases mêmes de la morphologie générale qui enseigne que sont homologues et morphologiquement équivalents les organites de même origine (1).

(1) Lorsqu'une théorie nouvelle voit le jour, un de ses faibles coutumiers est de chercher à tout faire cadrer avec ses conceptions, comme si ce jour-là était le point de départ de tout et si le passé ne méritait qu'un coup d'éponge. Le zèle des néophytes est sans limite ; il est aussi sans prévoyance. Ne connaissant pas la succession des faits scientifiques, ils semblent presque s'imaginer qu'ils sont inexistants, et que le monde a commencé le jour où ils y ont fait leur entrée. Cet état d'âme s'est vu, lorsque Bütschli a chanté ses émulsions. Les masses ont paru croire qu'avant cela, il n'y avait rien. Lorsqu'en 1890, Altmann publia ses planches coloriées, ce fut une révélation pour ses admirateurs en herbe, qui n'avaient jamais rien connu d'analogue. Enfin quand furent lancées les mitochondries, le même mécanisme fit lever au ciel

Au début de leur apparition dans la science, vers 1900, les *mitochondries* étaient relativement rares. Mais, depuis lors, on en a découvert tous les jours, au point qu'elles se sont généralisées. Aujourd'hui, on en annonce à peu près partout, ce qui est bien naturel, puisque la structure du sarcode est universelle. Et il se trouve que nous avons découvert, décrit, figuré et nommé des « mitochondries » vingt ans avant leur nom. Il n'y a rien de nouveau sous le soleil !

Et voilà pourquoi les *structures* sont des *artefacts*.

Ce nouveau *tarte à la crème* a, du reste, le multiple avantage de suffire à la foule, de n'exiger aucune compétence et d'être une riposte péremptoire, dans toutes les bouches, qualifiées ou non.

Nos inclusions vacuoloïdaires se manifestent sous l'aspect de points foncés qui, de toute évidence, correspondent à des sortes de *mitochondries primordiales*. Elles sont uniformes, peu différenciées et très répandues. Ce sont ces points élémentaires que nous avons signalés longtemps, avant les chercheurs actuels de mitochondries.

Ce genre d'unités et ce qui les entoure peuvent être considérés comme des *tissus élémentaires primordiaux*. Ils n'ont aucune fonction générale définie ; mais ils

des bras enthousiastes. Et pourtant, chaque fois, ce n'étaient que d'indéniables redites, en même temps que des défaillances de mémoire ou d'érudition pour ne pas dire plus. Depuis, il y a eu d'autres astres nouveaux, qui n'ont pas toujours aussi bien réussi (symbiotes, etc.).

Il est à remarquer qu'il est bien rare que des publications purement scientifiques aient l'heur de susciter de telles exaltations. Ce ne sont guère que les ouvrages synthétiques, sinon vulgarisateurs et plus ou moins bonimenteurs, qui touchent les masses. Serait-il donc vrai que les faits scientifiques nus, dénués de tout cadre artificieux, sont inaptes à frapper les esprits, parce qu'ils exigent une compétence qui n'est pas universelle ?

peuvent déjà tendre, plus ou moins, à nourrir leurs voisins, lorsque cela est nécessaire.

Les *tissus élémentaires fonctionnels* sont formés d'éléments plus ou moins modifiés, dans leur ensemble. Ils comprennent les *mitochondries proprement dites* ou fonctionnelles, par exemple, développées dans un but sécrétoire ou dans d'autres directions.

Tandis que les éléments primordiaux se divisent *in situ*, les individualités plus évoluées et devenues fonctionnelles montrent plus rarement ce phénomène. D'une façon générale, la fonction met obstacle à la multiplication.

Les éléments fonctionnels (1) se présentent avec des apparences diverses. Par exemple, ils peuvent être isolés ou alignés en séries ; ils peuvent aussi constituer des filaments plus ou moins individualisés. Ces filaments montrent une file axiale de vacuoloïdes. Si une ou plusieurs individualités élémentaires se gonflent, dans ces formations, il y a le plus souvent sécrétion. Ces divers états se succèdent dans la même cellule, avec son degré d'évolution.

Il est des formations filamenteuses assez individualisées pour se diviser, dans certains cas, comme des éléments simples.

Toute une terminologie spéciale est née à propos des « mitochondries ».

(1) Dans cet ouvrage, nous ne nous occupons que du point de départ des vacuoloïdes ou, si l'on préfère, de leur valeur morphologique. Les transformations, fort diverses, des stades primordiaux, ou, en d'autres termes, leurs points d'arrivée, sont de genres nombreux. Nous nous bornerons à en indiquer quelques-uns, sans nous attarder à les décrire ou même à les expliquer. En effet, les stades initiaux étant fixés, c'est le rôle des techniciens qui s'attachent spécialement à ce genre d'observations d'en exposer la succession et surtout d'élucider les points obscurs, qui s'observent dans leur manière d'être.

On a appelé *chondriome* un ensemble un peu imprécis, comprenant les sécrétions, dans leur sens général, leurs porteurs et tous les autres dérivés des formations vacuoloïdaires. Les composants du chondriome sont les *chondriosomes.* Ces derniers sont fort divers. Lorsqu'ils ont la forme de filaments homogènes (?), on les désigne sous la dénomination de *chondriocontes.* Si, au contraire, ces bâtonnets sont moniliformes, ce sont des *chondriomites.* Les corpuscules isolés sont des *mitochondries* ; ils peuvent être répartis en ordre séparé ou alignés en séries variables ; leurs dimensions varient d'un dixième de μ à deux μ.

Ce fut une grande théorie que celle du chondriome. Une armée de travailleurs s'évertuaient à l'élargir et à l'étendre à tout. Aujourd'hui, on s'aperçoit qu'on est allé un peu loin, et on enraye, dans la limite du nécessaire. C'est le déclin qui s'annonce.

Au point de vue des sécrétions, on a attribué un rôle prépondérant aux chondriosomes. Sans vouloir intervenir dans certaines controverses, nous pouvons constater que ce rôle reste considérable.

Les inclusions vacuoloïdaires, connues sous le faux nom de mitochondries, produisent des composés ternaires, parmi lesquels se trouve l'amidon et les substances similaires. Leurs contenus ont toutes les consistances, depuis une fluidité approximative jusqu'à une fermeté peu contestable. L'aspect de ces productions est des plus variables, granulations fines, fluides, croissants, gros grains persistants et d'autres formes aussi. On constate tous les intermédiaires, depuis des fluides à utilisation plus ou moins immédiate, jusqu'à des granulations durables, qui perdent progressivement leur aspect organique, pour apparaître comme de véritables produits chimiques inertes.

Certains processus sécréteurs sont décrits dans les livres classiques.

Les éléments sécréteurs s'accroissent en vésicules (*plastes*), qui grossissent et se transforment en corpuscules arrondis (*grains*), contenant la matière sécrétée.

Les filaments se gonflent par places, et les parties intermédiaires disparaissent peu à peu.

D'une façon générale, ce qu'on a dénommé des *mitochondries*, ce sont surtout des éléments sarcodiques différenciés et plus ou moins dilatés, sous l'influence des activités productrices.

Les Protozoaires sont de petits organismes chez lesquels ce genre de phénomènes sont le plus aisés à observer, d'une façon globale. On y voit se constituer directement des sécrétions diverses, et, ce qui est tout aussi intéressant, on les observe quelquefois sous des aspects plus simples qu'ailleurs.

Nous en citerons quelques cas.

C'est ainsi que l'amidon, qui se présente autre part avec une constitution bien connue, peut se manifester, ici, sous un aspect plus primitif. Il apparaît sous la forme de minuscules ovoïdes qui n'auraient pas grand chose de l'aspect caractéristique des grains d'amidon coutumiers, s'ils ne se coloraient pas en bleu intense par l'iode.

Chez le *Cryptomonas ovata*, la production de ces corpuscules se fait dans des conditions bien particulières. Il y a là toute une organisation remarquable pour les engendrer.

Dans la région antérieure du corps, sous le rostre dorsal, le tégument s'invagine en une poche souvent vaste et profonde. La paroi de cette invagination tégumentaire, qui est une poche sécrétrice buccale, présente une structure vacuoloïdaire nette, à la phase présécré-

trice. Ses éléments ne tardent pas à se gonfler, puis à

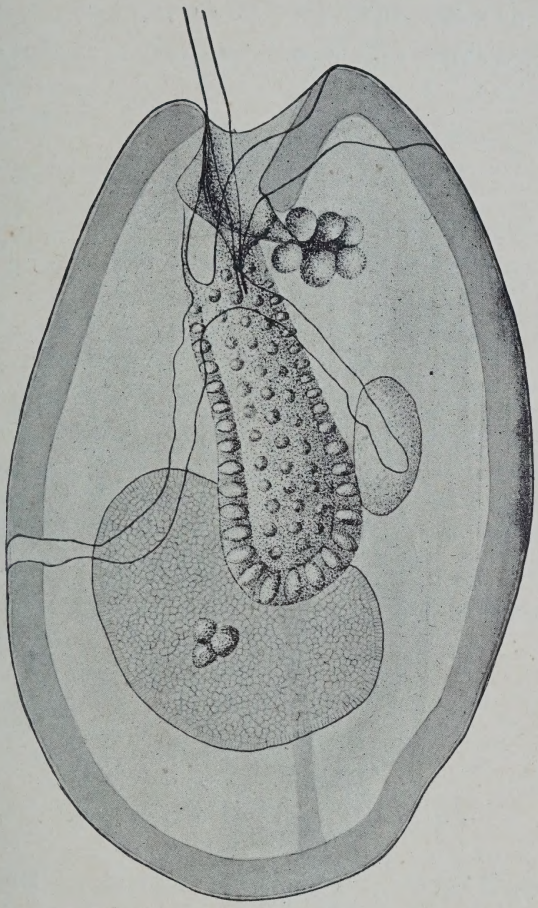


FIG. LXXV. — Cryptomonas ovata, montrant sa poche amylogène, du bout inférieur de laquelle part un tractus formé de fibres contractiles.

sécréter, chacun, un corpuscule d'amidon ovoïde (fig. LXXV, LXXVI et LXXVII).

Le *Cryptomonas erosa* montre quelque chose d'analogue, quoique de plus rudimentaire (fig. LXXVIII). Il en est de même du *Chilomonas paramœcium*.

Chez d'autres organismes, quelquefois aussi chez les

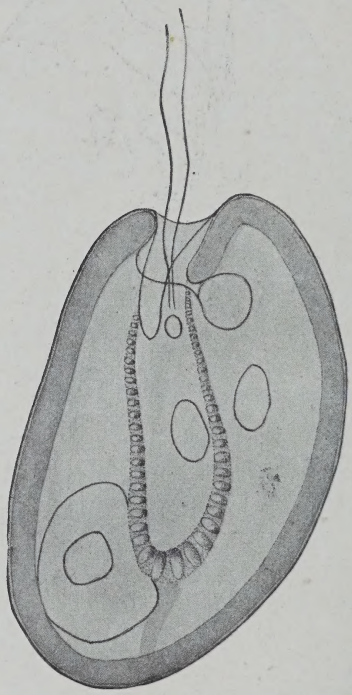


FIG. LXXVI. — C. ovata, plus jeune.

mêmes, il est des sécrétions plus ou moins différentes. Elles peuvent même être d'un tout autre geure.

C'est ainsi que le *Cryptomonas curvata* (fig. LXXIX) bien adulte, qui montre une vaste poche amylogène, bien garnie, peut posséder aussi d'autres granulations, variables en nombre et en grosseur, différemment placées et d'autre nature. Ces granulations sont répar-

ties dans l'ensemble du corps. Par exemple, l'une

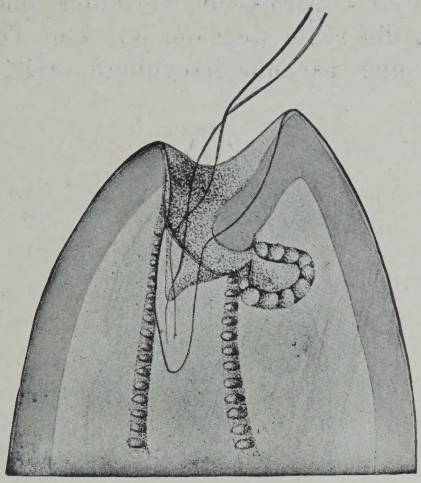


FIG. LXXVII. — Extrémité supérieure de *C. ovata*, vue par la face gauche et montrant le commencement de la poche amylogène.

d'elles, constante, se trouve logée dans la lèvre sail-

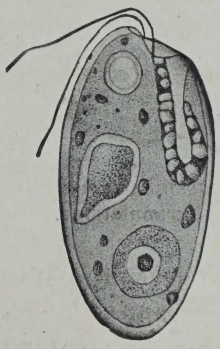


FIG. LXXVIII. — *Cryptomonas erosa*, avec une poche analogue, moins régulière et moins développée.

lante de l'échancrure buccale. Ces granulations, rela-

tivement grosses, sont plus opaques que les grains d'amidon ; elles paraissent constituer une réserve autumnale, différente de l'amidon, dont l'absorption semble débuter par une irrégulière cavité centrale.

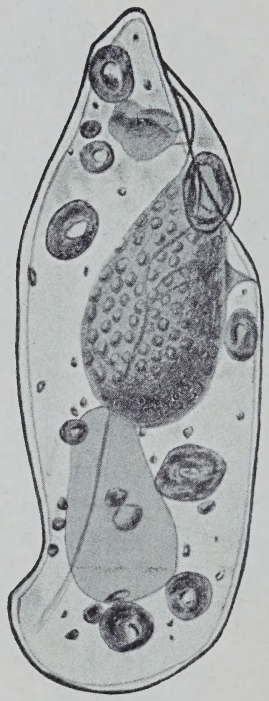


FIG. LXXIX. — Cryptomonas curvata, avec ses deux sortes de granulations.

Quoiqu'elles puissent devenir relativement fort grosses, elles sont aussi élaborées au sein d'éléments sécréteurs.

Des faits analogues s'observent chez le *C. erosa*.

Un phénomène d'un genre un peu différent est plus visible encore chez le *Cryptomonas Giardi* (fig. LXXX).

Là, on observe des corpuscules spéciaux, bien dis-

tincts des précédents, entourés d'une vacuole souvent

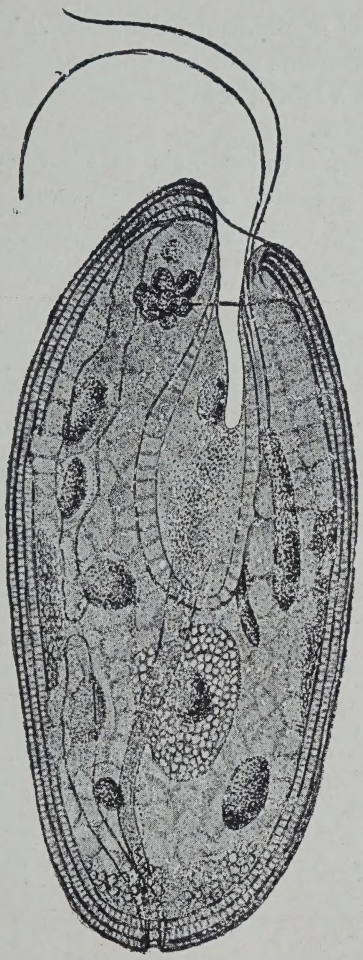


FIG. LXXX. — *Cryptomonas Giardii*, avec ses grains ou bâtonnets.

bien gonflée, qui se renflent de façons diverses ou s'allongent en « bâtonnets » plus ou moins étendus.

*
* *

Si divers que puissent être leurs résultats, les phénomènes fonctionnels sont cependant rapprochés entre eux, au moins à leurs premiers stades, par d'incontestables similitudes.

Par exemple, certains états de sécrétion, se rattachant à des produits de nature variable, sont tous caractérisés par une chromophilie spéciale, qui, du reste, se retrouve dans l'évolution d'éléments non glandulaires.

Cette analogie primordiale, au cours du développement des éléments organiques, correspond à une conformité morphologique visible. Il y a là, en effet, une série d'analogies, voire d'homologies, qui semblent assez importantes pour créer un lien solide, capable de les unir dans le même cadre, entre des faits très différents au point de vue du résultat final de leurs évolutions.

Cela est d'autant plus évident que, sous l'influence de considérations de ce genre, on a rapprochés entre eux des faits de nature, en quelque sorte, opposée. On a assimilé, de cette façon, des phénomènes qui ne divergent pas seulement par l'élaboration de produits d'essence différente, mais encore qui ne rentrent même pas dans des cadres fonctionnels comparables.

C'est, notamment, ce qui s'est produit à propos de l'absorption intestinale. En effet, au cours de celle-ci, on relève des apparences qui ne sont pas sans rappeler ce qui s'observe au cours de l'évolution sécrétrice, au point qu'on n'a pas hésité à rapprocher entre eux, morphologiquement, des faits d'un caractère physiologique diamétralement contraire.

Sous le plateau des cellules épithéliales de l'intestin, au cours de l'absorption, apparaissent, au sein du sarcode cellulaire, des points colorés qui deviennent

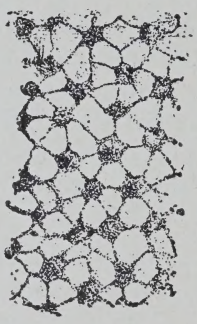
ensuite des vésicules. C'est là le fonctionnement normal du processus d'assimilation du résultat de la digestion intestinale ; il renouvelle les apparences de la marche des sécrétions. Aussi n'a-t-on pas hésité à l'assimiler entièrement à l'évolution connue de celles-ci.

De telles conjonctures trouvent leur explication naturelle dans la structure du sarcode.

Il y a lieu de remarquer d'abord que rien, dans les processus physiologiques observés, n'exclut l'existence d'une organisation du sarcode. Au contraire, leur marche semble plutôt la rendre nécessaire. Toute élaboration assimilatrice, comme toute sécrétion, étant le fait d'un élément actif, il semble en résulter que l'existence d'une constitution morphologique favorable doive y correspondre.

Comme voie de conséquence collatérale, il en découle aussi que les éléments sarcodiques évoluent d'une manière plus ou moins similaire, malgré la diversité de leur rôle, et qu'ils provoquent, dans des cas différents, des réactions colorantes analogues. Ce semble donc être là le simple jeu des constitutions normales de la matière vivante.

Le fonctionnement sécréteur, tel que nous l'observons, n'est pas, selon toute probabilité, sans reproduire les traits essentiels de l'évolution organique, à travers les âges. Que les organismes inférieurs, aujourd'hui encore, se caractérisent par des propriétés hautement chromophiles, ce peut être là une conformité avec les premiers stades physiologiques de même caractère.



Sarcode profond,
à deux sortes d'éléments.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1890. Altmann. — Die Elementarorganismen. Leipzig (Veit und Comp.).
Aristote. — De animalium generatione. Trad. latine.
1910. Arrhénius (Svante). — L'évolution des mondes. Traduct. B. Seyrig (Béranger).
1881. Balbiani. — Sur la structure du noyau des cellules salivaires chez les larves de Chironomus. *Zool. Anzeiger.*
1883. Béchamp (A.). — Les microzymas dans leurs rapports avec l'hétérogonie, la physiologie et la pathologie. Paris.
Bénard. — *Thèse Fac. Sc. de Paris.*
1898. Benda. — Weitere Mitteilungen über die Mitochondria. Berlin.
1875. Van Beneden. — La maturation de l'œuf. *Bull. Acad. Roy. Belgique.* 2e série, vol. II.
1900. Bernthsen (A.). — Traité élémentaire de chimie organique [traduit de la 6e édit. allemande par MM. Chaffel et E. Suais]. Paris (Béranger).
1909. Botazzi (Fil). — La chimica fisica et la fisiologia. *Riv. di Sc.*, vol. 6.
— Das Cytoplasma und die Körpersäfte. *Handbuch der vergleich. Physiol.* von Winterstein.
1913. Bouasse (H.). — Cours de Thermodynamique, t. II, 2e édition (Delagrave).
1749. Buffon. — Œuvres.
1892. Bütschli. — Untersuchungen über die mikroskopischen Schaüme und das Protoplasma. Leipzig.
1898. — Untersuchungen über strükturen insbesondere nichtrelliger Erzeugnisse der Organismus. Leipzig.
1894. Cayeux (L.). — Les preuves de l'existence d'organismes dans le terrain précambien. 1re note sur les Radiolaires précambien. *Bull. soc. géol. de France.* 3e série. T. 22.
Church. — The building of an autotrophic Flagellate.
Comte (Auguste). — Œuvres.
Daday (E.-V.). — Die feinere struktur der quergistreiften muskelfasern bei muschelkrebsen. *Math. u. naturviss. Berichte aus Ungarn*, Bd XII.
1794. Darwin (Ch.). — Zoonomia or the Laws of organic Life. London.
1895. Delage (Yves). — La structure du protoplasma et les théories

sur l'hérédité, et les grands problèmes de la Biologie générale. Paris, Reinwald.

Descartes. — Œuvres.

1889. Dolbear (A.-E.). — On the organisation of Atoms and Molekuls. *Journ. of Morphol.*, II, Boston.

1887. Dubois (Raphaël). — Les vacuolides. *C. R. Soc. Biol.*, t. LXIII.

1920. Duclaux (Jacques). — La chimie de la matière vivante. Collection Emile Borel (Alcan).

1920. — Les colloïdes (Gauthier-Villars).

1835. Dujardin. — Sur les organismes inférieurs. *Ann. Sc. Nat.*, 2e série, vol. 4.

1841. — Histoire naturelle des Zoophytes infusoires. Paris.

1824. Dutrochet. — Recherches sur la structure intime des animaux et des végétaux. Paris.

1876. Erlsberg (L.). — On the Plastidule hypothesis. *Proceed. Assoc. f. the Advanc. of Science* (Buffalo Meeting).

1910. Fauré-Fremiet. — Etude sur les mitochondries des Protozoaires et des cellules sexuelles. *Arch. anat. micr.*, t. XI.

1891. Fayod. — La structure du protoplasma. *Revue générale de botanique*, III.

1897. Francé (R.). — Uber die organisation von chlorogonium. Budapesth, 1897.

1904. — Die organisation des Protoplasma. *Umschau.*

1922. Galippe (Dr V.) (*in* Galippe et Mme Souffland). — La Vie de la matière.

1871. Galton. — Pangenesis. *Nature*, IV.

1875. — A Theory of Heredity. *Contemporary Review*, XXVII.

Géza Entz. — Die elastischen und Kontraktilen Elemente der Vorticellinen. *Math. u. naturwiss. Berichte aus Ungarn*, Bd X.

Giard (A.). — Œuvres.

1900. Giglio-Tos (Ermanno). — Les problèmes de la vie, t. I. Chez l'auteur, Palais Carignano, Milano.

1851. Graham. — Uber die Diffusion von Flussigkeiten. *Liebig's Ann. d. Chem. und Pharm.*, Bd 77.

1920. Gregorio-Rocasolano (A. de). — Eléments de chimie physique colloïdale. *Collection Scientia* (Gauthier-Villars).

1821 Guyon de Montlivault [Salles]. — Signalé *in Ciel et Terre*, 2e série, t. I, 1885.

1897. Haacke. — Grundriss der Entwicklungsmechanik. Leipzig.

1876. Häckel [Ernst]. — Die Perigenesis der Plastidula. Berlin.

1889. Hardy (W.-B.). — On the structure of cell protoplasm. *Journ. of Physiol.*, vol. 24.

1921. Hérelle (F. d'). — Le Bactériophage, son rôle dans l'immunité. *Monographies de l'Institut Pasteur* (Masson).

1923. — Les défenses de l'organisme (Flammarion).

1919. Herrera (A. L.). — Les origines naturelles de la vie. Un métal vivant. Edit. de la revue *l'Idée libre* (E. Armand, cité St-Joseph. Orléans).

1896. Hérouard (E.). — *in* Delage et Hérouard. *Traité de zoologie concrète*, t. I.

1892. Hertwig (O.). — Die Zelle und Gewebe. Jena.

1894. — La cellule et les tissus. Trad. française (Carré). Paris.

1892. Huxley. — Les problèmes de la Biologie. Baillère.
1879. Jaeger (G.). — Zur Pangenesis. *Kosmos* II. Heft 11 (Gratulationsheft zum 70e Geburtstage Ch. Darwin's).
Le Dantec (F.). — Œuvres.
1912. Leduc (S.). — La Biologie synthétique (Poinat). Paris.
1919. Lumière (Auguste). — Le mythe des symbiotes (Masson).
1921. — Rôle des colloïdes chez les êtres vivants (Masson).
1922. — Théorie colloïdale de la Biologie et de la Pathologie (Chiron). Paris.
1878. Maggi (L.). — I plastiduli nei ciliati, plastiduli liberamente viventi. *Atti della soc. ital. di sc. natur. Milano.*
1913. Marinesco. — Sur la structure colloïdale des cellules nerveuses. *Congrès de Neurologie de Gand.*
1915. — Sur la nature des neurofibrilles. *C. R. Soc. Biol.* T. 77.
1837. Mohl (Hugo von). — Über die Vermehrung der Pflanzenzellen durch Theilung. *Dissertation* (Tübingen).
Münden (M.). — Ein Beitrag zur Granulalehre. *Arch. f. Anat. u. Physiol. XXIIe Band. Phys. Abt.*
1858. Nägeli. — Die Starkekörner. München.
1922. Nageotte. — La constitution de la matière dans ses rapports avec la vie (Baillère).
1922. Nernst (W.). — Traité de chimie générale, 10e édit. allem., trad. française A. Corvisy, 1re partie (Hermann). Paris.
1921. Osborn (H. F.). — L'origine et l'évolution de la vie. Trad. française Sartiaux (Masson).
1902. Prowazek. — Fibrilläre zellstrukturen. *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, Bd. XVIII.
Pasteur. — Œuvres.
1912. Perrier (R.). — Cours élémentaire de Zoologie, 5e édit. (Masson).
1922. Policard. — Précis d'histologie physiologique. Collection Testut (Doin).
1918. Portier (P.). — Les Symbiotes (Masson).
1892. Prenant (A.). — Contribution à l'étude de la division cellulaire. *Arch. de physiol. normale et pathologique*, 5e série, 4.
1888. Quincke (G.). — Ueber Protoplasma-bewegung. *Biolog. Centralblatl.* V. 9.
Redi. — Œuvres.
1887. Richter. — Zur Theorie von der Continuität des Keimplasma. *Biol. Centr.*, VII.
1880. Sachs. — Über Stoff und Form der Pflanzenorgane. *Arb. botan. Intit. zu Würzburg*, II. Leipzig.
1885. Schimper. — Untersuchungen über die chlorophyllkörper. *Jahrbucher fur wiss. Botan.* XVI.
1777. Spallanzani (Lazare). — Observations et expériences sur les animalcules des infusions. *Collection des maîtres de la pensée scientifique* (Gauthier-Villars).
1864. Spencer (H.). — Principes de Biologie. Trad. Carelles. 1888.
1887. — The factors of organic Evolution. London and Edinburgh.
Swammerdam. — Œuvres.
1923. Verne (Dr J.). — Le protoplasma cellulaire, système colloïdal (Masson).

1922. Vigneron (H.). — Les colloïdes et leurs applications (Chiron).
Vries (de). — Œuvres.
1892. Weissmann. — Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung, in-8, vol. 18. Jena.
1892 Wiesner (J.). — Die Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz. Wien.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

AVANT-PROPOS 5
INTRODUCTION 12

PREMIÈRE PARTIE

MISE AU POINT GÉNÉRALE

CHAPITRE I. — La matière vivante et les théoriciens . . . 24
CHAPITRE II. — La constitution moléculaire du sarcode. . . 34
CHAPITRE III. — Les origines de la vie 54
CHAPITRE IV. — Le sarcode 80
CHAPITRE V. — Les sphérules 97
CHAPITRE VI. — Les organisations, adaptations et contenus vacuoloïdaires. 106
CHAPITRE VII. — Esquisse chronologique. 120

DEUXIÈME PARTIE

EXPOSÉ PRATIQUE

CHAPITRE VIII. — La structure vacuoloïdaire. 157
CHAPITRE IX. — Les organisations sphérulaires 191
CHAPITRE X. — Points de vue spéciaux. 223
CHAPITRE XI. — Les mitochondries 230
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE 249

SORTI DES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE BARNÉOUD
A LAVAL

209794 Biol.
Author Kunstler, J. and Prévost, Fred K.
Title La matière vivante.

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU